

PUB-NO: DE019854046A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19854046 A1

TITLE: System for determining standard value deviations of IC engine

PUBN-DATE: May 20, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AKIYAMA, SADACHIKA	JP

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOMATSU MFG CO LTD	JP

APPL-NO: DE19854046

APPL-DATE: November 13, 1998

PRIORITY-DATA: JP33131097A ( November 13, 1997)

INT-CL (IPC): G01M015/00, F01N009/00 , F02D045/00

EUR-CL (EPC): F02D041/22

ABSTRACT:

CHG DATE=19990902 STATUS=N>The system has a sensor for measuring the required parameters, engine speed and fuel injection quantity sensors (31,32), a storage device for the engine speed and fuel injection quantity at the characteristic point, a selection device for certain parameters which stores the engine speed and fuel quantity in a first time period and a computation device for the parameters, which corrects the maximum parameter value for the parameter value at the engine speed and fuel quantity at the equivalent power point. An Independent claim is also included for a method for determining standard value deviations of an internal combustion engine.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 54 046 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
G 01 M 15/00  
F 01 N 9/00  
F 02 D 45/00

21 Aktenzeichen: 198 54 046.9  
22 Anmeldetag: 13. 11. 98  
43 Offenlegungstag: 20. 5. 99

DE 198 54 046 A 1

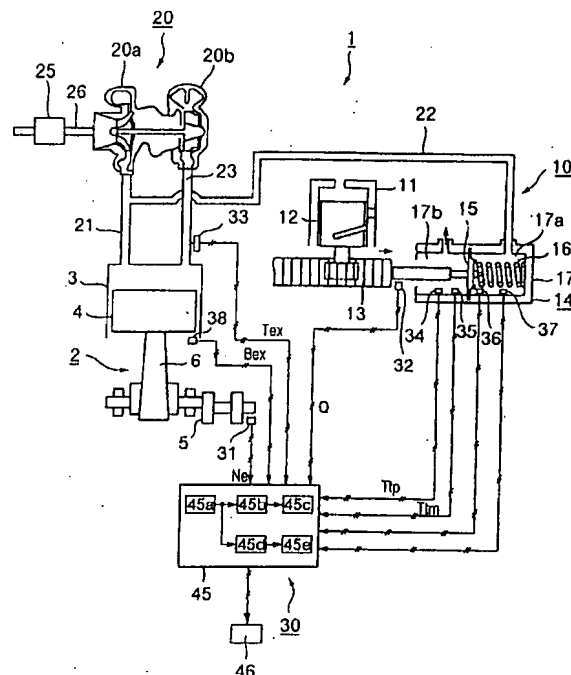
30 Unionspriorität:  
9-331310 13. 11. 97 JP  
71 Anmelder:  
Komatsu Ltd., Tokio/Tokyo, JP  
74 Vertreter:  
P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

72 Erfinder:  
Akiyama, Sadachika, Yuuki, Ibaraki, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 System und Verfahren zur Ermittlung von Normalwertabweichungen eines Verbrennungsmotors

57 Mit der Zielsetzung, auf umfassendere, schnellere und wirksamere Weise Abweichungen der jeweiligen Anlage des Motors vom Normalbetrieb festzustellen, werden ein System und ein Verfahren zur Feststellung von Normalwertabweichungen eines Verbrennungsmotors offenbart, wobei die Leistung des Motors (1) sowie bestimmte Kenngrößen der Kraftstoffanlage, Schmieranlage, Kühlanlage, Luftansauganlage oder Auspuffanlage des Motors gemessen und die Meßwerte der Kenngrößen auf die Werte der Kenngrößen im Äquivalentnennleistungspunkt korrigiert sowie mit einem Grenzwert verglichen werden. Zu dem System gehören Meßfühler zum Messen bestimmter Kenngrößen (33 bis 38), ein Motordrehzahlgeber (31), ein Kraftstoffeinspritzmengengeber (32), eine Speichereinheit (45a) zum Speichern der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt, eine Auswahlereinheit für die Werte bestimmter Kenngrößen (45b, 45d) zum Speichern der Drehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge innerhalb eines ersten festgelegten Zeitraums, zum Erfassen der zu dem entsprechenden Zeitpunkt gewonnenen Meßwerte der bestimmten Kenngrößen von den entsprechenden Meßfühlern und zum Auswählen der jeweils größten Werte aus den entsprechenden gemessenen Werten, eine Umrechnungseinheit (45c, 45e) zum Korrigieren der größten Werte der Kenngrößen auf die Werte der Kenngrößen im Äquivalentnennleistungspunkt des Motors, zum Ermitteln von zweiten korrigierten Werten der Kenngrößen und zum Speichern der Ergebnisse sowie eine ...



DE 198 54 046 A 1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zum Messen von Kenngrößen der Zusatzeinrichtungen des Motors wie Kraftstoffanlage, Schmieranlage, Kühlanlage, Luftansauganlage und Auspuffanlage sowie zum Ermitteln von Normalwertabweichungen bei den entsprechenden Motoranlagen.

## Bisheriger Stand der Technik

Üblich ist bisher die Ausstattung von Dieselmotoren (nachfolgend als "Motor" bezeichnet) mit einem Aggregat wie z. B. einem Turbolader oder einem mechanischen Turbolader, das dazu dient, die Luftansaugmenge zu erhöhen und die Leistung zu verbessern. Zur Ausstattung gehören auch pneumatische Regler, die anhand des Drucks, der aus der Luftansaugmenge resultiert, die Kraftstoffeinspritzmenge regeln, einen Stillstand des Motors verhindern und die Höchstdrehzahl begrenzen. Des weiteren wird die Abgastemperatur des Motors gemessen, diese Abgastemperatur wird mit einem Grenzwert verglichen, woraus die nachfolgend beschriebene Art der Normalwertabweichung des Motors festgestellt werden kann.

- (1) Öffnungs-/Schließstörungen von Ventilen, wodurch Abgase vom Auspufftakt über das Einlaßventil in die Ansaugluft gelangen,
- (2) Störungen des Turboladers, so daß die Abgastemperatur steigt,
- (3) Störungen eines Kraftstoffeinspritzaggregats, so daß die Kraftstoffeinspritzmenge zunimmt und die Abgastemperatur ansteigt.

Zudem führt der Mechaniker in regelmäßigen Abständen oder bei der Vermutung, daß Normalwertabweichungen aufgetreten sind, Überprüfungen durch und kontrolliert den Kurbelgehäusegasdruck im Motor, um so Abweichungen vom Normalbetrieb wie Verschleiß der Kolben und der Kolbenringe festzustellen. Ebenso werden der Schmieröl Druck und die Schmieröltemperatur gemessen, wird auf Störungen an einer Pumpe, einem Ventil, einem Druckregler oder einem anderen Anlagenbestandteil geprüft oder der Ansaugdruck gemessen bzw. das Luftansaugfilter auf Verstopfung überprüft.

Allerdings bedeutet bei einfachem Messen bestimmter Kenngrößen der Zusatzausrüstung des Motors wie der Kraftstoffanlage, der Schmieranlage, der Kühlanlage, der Luftansauganlage und der Auspuffanlage (beispielsweise der Abgastemperatur) und Vergleichen dieser Meßwerte mit den Grenzwerten eine eindeutige Überschreitung der Grenzwerte noch keine tatsächliche Normalwertabweichung. Andererseits kann es, liegen die Meßwerte bestimmter Kenngrößen nahe dem Grenzwert oder unter diesem, zu einer Fehleinschätzung dahingehend kommen, daß man der Auffassung ist, es handle sich noch nicht um eine Normalwertabweichung, was Schäden am Motor zur Folge haben kann. Aus diesem Grunde ergibt sich wiederum durch das Ansetzen eines etwas zu niedrigen Grenzwertes, mit dem Ziel der Gewährleistung einer größeren Sicherheit, das Problem, daß von einer Normalwertabweichung ausgegangen wird, obwohl keine solche vorliegt, was überflüssige Prüfungen und einen unnötigen Arbeitsaufwand mit sich bringt.

Sieht man angesichts dessen das Registrieren der Werte bestimmter Kenngrößen in festgelegten Abständen, auch dann, wenn der Motor im Leerlauf betrieben wird und somit

kaum Störungen auftreten können oder der Motor bei niedrigen Drehzahlen läuft, sowie eine Korrektur der Werte und einen Vergleich mit den Grenzwerten vor, so wird zudem ein Computer mit einer recht großen Speicherkapazität benötigt, und dies führe unweigerlich zu erhöhten Kosten. In diesem Zusammenhang entsteht auch das Problem, daß bei Einsatz mehrerer Computer eine komplexe Steuerung erforderlich wird und als Folge die Arbeitsgeschwindigkeit abnimmt.

- 10 Selbst wenn bestimmte Kenngrößen des Motors (beispielsweise der Kurbelgehäusegasdruck) in regelmäßigen Abständen durch den Mechaniker gemessen werden oder angenommen wird, daß eine Normalwertabweichung aufgetreten ist, entsteht zudem ein Problem in der Hinsicht, daß zwar die Umstände zu einem bestimmten Zeitpunkt beurteilt, die dynamischen Veränderungen beim Verschleiß von Kolben oder Kolbenringen jedoch nicht erfaßt werden können, so daß eine genaue Einschätzung unmöglich ist, da sich Veränderungen im Laufe der Zeit nur kaum registrieren lassen. Ferner ergibt sich ein Problem dahingehend, daß keine genaue Einschätzung möglich ist, da bei Messung bestimmter Kenngrößen die Bedingungen, beispielsweise die Motorleistung, nicht konstant sind.

## Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung wurde zur Lösung der vorstehend genannten Probleme gemacht und verfolgt das Ziel, ein System und ein Verfahren zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors zur Verfügung zu stellen, die die Messung der Motorleistung sowie bestimmter Kenngrößen der Kraftstoffanlage, der Schmieranlage, der Kühlanlage, der Luftansauganlage oder der Auspuffanlage des Motors und deren Korrektur, so daß sich daraus die dem Äquivalentnennleistungspunkt entsprechenden Werte von Kenngrößen ergeben, sowie den Vergleich der gemessenen Werte mit einem Grenzwert vornehmen, so daß auf umfassende, rasche und effektive Weise Abweichungen festgestellt werden.

- 40 Die erste Erfindung hinsichtlich des erfindungsgemäßen Systems zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors betrifft ein System, das die Messung bestimmter Kenngrößen der Kraftstoffanlage, Schmieranlage, Kühlanlage, Luftansauganlage oder Auspuffanlage des Motors mit dem Ziel der Feststellung von Normalwertabweichungen in einer der genannten Motoranlagen vornimmt, wobei zu diesem System gehören: ein Meßfühler zur Messung der entsprechenden Kenngröße, ein Motordrehzahlgeber zur Messung der Drehzahl des Motors, ein Kraftstoffeinspritzmengengeber zur Messung der Kraftstoffeinspritzmenge, eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt, eine Auswahleinrichtung für bestimmte Kenngrößen, die die Drehzahlwerte vom Motordrehzahlgeber sowie die Kraftstoffeinspritzmengenwerte vom Kraftstoffeinspritzmengengeber innerhalb eines ersten festgelegten Zeitraums speichert, eine Auswahleinrichtung, die die bestimmten Kenngrößen in diesem Zeitraum mit Hilfe der Meßfühler für die bestimmten Kenngrößen mißt und die größten Werte dieser bestimmten Kenngrößen auswählt, sowie eine Umrechnungseinrichtung für bestimmte Kenngrößen, die die größten Werte der Kenngrößen in bezug auf die Motordrehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt korrigiert und die zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen ermittelt und diese speichert.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau werden die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge entsprechend dem Motornennleistungspunkt im

Speicher gespeichert, dann werden zunächst die Motordrehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge gespeichert, dann werden zunächst die Motordrehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge sowie die bestimmten Kenngrößen ein erstes Mal gemessen und die gewonnenen Meßwerte im Speicher gespeichert. Daraufhin werden die Motordrehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge und die bestimmten Kenngrößen ein zweites Mal gemessen. Nach dem Speichern der zum zweiten Mal gemessenen Motordrehzahl und Kraftstoffeinspritzmenge werden die zum ersten und zweiten Mal gemessenen Werte der bestimmten Kenngrößen miteinander verglichen und die größeren Werte der Kenngrößen sowie die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge dieses Zeitraums gespeichert. Zur gleichen Zeit können die kleineren Werte der bestimmten Kenngrößen gelöscht werden. Diese Messung erfolgt im Verlaufe eines ersten festgelegten Zeitraums, wobei die größeren Werte ausgewählt und gespeichert werden. Daraufhin werden diese größten Werte der bestimmten Kenngrößen korrigiert, so daß sie die Werte der bestimmten Kenngrößen bei der Drehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt ergeben, woraufhin die zweiten korrigierten Werte der Kenngrößen ermittelt und gespeichert werden. Liegen die zweiten korrigierten Werte der Kenngrößen über den Grenzwerten, so wird eingeschätzt, daß eine Abweichung von den Normalwerten der Kenngrößen der jeweiligen Anlagen vorliegt, und es wird ein Warnsignal abgegeben.

Somit ist ein stabiler Vergleich möglich, da nach Messung der bestimmten Kenngrößen des Motors die zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen, die bei unveränderten, identischen Bedingungen korrigiert wurden, mit den Grenzwerten verglichen werden, wobei die Grenzwerte als Zahlenwerte vorgegeben werden können, die den tatsächlichen Werten zum Zeitpunkt einer Störung nahekommen. Dies gewährleistet eine hohe Genauigkeit bei der Ermittlung von Abweichungen von den Normalbetriebsbedingungen des Motors und schließt die Entstehung von Motorschäden infolge einer Fehleinschätzung sowie die Durchführung unnötiger Prüfungen und einen unnötigen Arbeitsaufwand aus.

Entsprechend der zweiten Erfindung, die sich von der ersten ableitet, führt die Auswahlrichtung für Werte der bestimmten Kenngrößen innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums die Ermittlung der zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen im Äquivalentnennleistungspunkt aus den größten Werten der bestimmten Kenngrößen aus und wiederholt die Schritte in dieser Folge, wobei sie während dieses Prozesses die größten zweiten korrigierten Werte der Kenngrößen auswählt und diese Werte im Speicher speichert und die Werte, die von den größten zweiten korrigierten Werten der bestimmten Kenngrößen abweichen, löscht.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau werden zunächst die zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen, die unter den während des ersten festgelegten Zeitraums ermittelten größten Werten ausgewählt und in bezug auf den Äquivalentnennleistungspunkt des Motors korrigierten wurden, ermittelt. Auf gleiche Weise werden während des zweiten festgelegten Zeitraums die in bezug auf den Äquivalentnennleistungspunkt des Motors zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen aus, den größten Werten dieser bestimmten Kenngrößen ermittelt. Es folgt ein Vergleich der zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen, die bei einer ersten Messung berechnet wurden, mit den zweiten korrigierten Werten der bestimmten Kenngrößen, die, bei der nachfolgenden Messung berechnet wurden, wobei die größeren zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen im Speicher gespeichert werden, und anschließend wird dieser Prozeß in

der gleichen Schrittfolge wiederholt. So bleiben die größten Werte der bestimmten Kenngrößen sowie die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge des ersten festgelegten Zeitraums im Speicher gespeichert. Werden beispielsweise innerhalb des nachfolgenden zweiten festgelegten Zeitraums noch größere Werte bestimmter Kenngrößen ermittelt, so werden und bleiben diese gespeichert, während die anderen Werte gelöscht werden.

Folglich läßt sich, da nur eine begrenzte Speicherkapazität des Computers hierfür benötigt wird, der Computer effizient einsetzen, und die noch nicht dafür in Anspruch genommene Kapazität kann für andere Kontrollen genutzt werden.

Die dritte Erfindung, die sich von der ersten oder der zweiten Erfindung ableitet, stellt eine Warnsignaleinrichtung bereit, die in dem Falle, daß unter allen Werten der bestimmten Kenngrößen entweder der zweite korrigierte Wert dieser Kenngrößen im Äquivalentnennleistungspunkt oder der größte zweite korrigierte Wert über dem Grenzwert liegt, ein Warnsignal abgibt.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau können Informationen mit einer höheren Genauigkeit gewonnen werden, da ein Warnsignal nicht anhand der gemessenen Werte, sondern in dem Falle abgegeben wird, daß entweder der zweite korrigierte Wert der bestimmten Kenngrößen im Äquivalentnennleistungspunkt oder der größte zweite korrigierte Wert der bestimmten Kenngrößen über dem Grenzwert liegt. Folglich lassen sich Störungen eher vorhersagen und wesentliche Probleme in einem früheren Stadium feststellen.

Die vierte Erfindung hinsichtlich des erfindungsgemäßen Systems zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors betrifft ein System zur Messung der Abgastemperatur des Motors für die Feststellung von Normalwertabweichungen in der Kraftstoffanlage, der Luftansauganlage oder der Auspuffanlage des Motors bzw. anderer Motoranlagen, wobei zu diesem System ein Abgastemperaturegeber zur Messung der Temperatur der Motorabgase, ein Drehzahlgeber zur Messung der Motordrehzahl, ein Kraftstoffeinspritzmengengeber zur Messung der Kraftstoffeinspritzmenge, eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt, eine Auswahlrichtung zur Auswahl der Abgastemperatur, die die Drehzahl vom Motordrehzahlgeber sowie die Kraftstoffeinspritzmenge vom Kraftstoffeinspritzmengengeber innerhalb eines ersten festgelegten Zeitraums speichert, die Motorabgastemperatur zu dem entsprechenden Zeitpunkt mißt und die höchsten unter diesen Abgastemperaturen auswählt, eine Umrechnungseinrichtung für die Abgastemperatur, die diese höchste Abgastemperatur auf die Abgastemperatur bei der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt korrigiert und die zweite korrigierte Abgastemperatur ermittelt und speichert, und eine, Warnsignaleinrichtung zur Abgabe eines Warnsignals in dem Falle, wenn die zweite korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt über dem Grenzwert liegt, gehören.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau werden die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt des Motors im Speicher gespeichert und zunächst die Motordrehzahl, die Kraftstoffeinspritzmenge und die Abgastemperatur ein erstes Mal gemessen. Neben der ersten Drehzahl und der ersten Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt des Motors wird auch die Abgastemperatur gespeichert. Daraufhin werden die Motordrehzahl, die Kraftstoffeinspritzmenge und die Abgastemperatur ein zweites Mal gemessen. Dann werden die zweite Motordrehzahl und die zweite Kraftstoffein-

spritzmenge gespeichert und die Abgastemperatur der zweiten Messung mit der Abgastemperatur der ersten Messung verglichen und die höhere Abgastemperatur gespeichert. Gleichzeitig wird die niedrigere Abgastemperatur gelöscht. Diese Messungen werden kontinuierlich im Verlaufe eines ersten festgelegten Zeitraums durchgeführt, und es wird die höchste Abgastemperatur ausgewählt und gespeichert. Daraufhin erfolgt die Korrektur der höchsten Abgastemperatur, so daß sie die Abgastemperatur bei der Drehzahl und der Einspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt, unter Berücksichtigung der Drehzahl und des Drehmoments zu dem entsprechenden Zeitpunkt, ergibt, und wird die Ermittlung und Speicherung einer zweiten korrigierten Abgastemperatur vorgenommen. Überschreitet diese zweite korrigierte Abgastemperatur den Grenzwert, so wird eingeschätzt, daß in der Luftansauganlage und in der Auspuffanlage eine Abweichung von den Normalwerten vorliegt, und es wird ein Warnsignal abgegeben.

Somit ist ein stabiler Vergleich möglich, da nach Messung der Abgastemperatur des Motors diese Meßwerte, die bei unveränderten, identischen Bedingungen berechnet wurden, mit dem Grenzwert verglichen werden, wobei die Grenzwerte als Zahlenwerte vorgegeben werden können, die den tatsächlichen Werten zum Zeitpunkt einer Störung nahekommen. Dies gewährleistet eine hohe, Genauigkeit bei der Ermittlung von Normalwertabweichungen des Motors und schließt die mögliche Entstehung von Motorschäden infolge einer Fehleinschätzung sowie die Durchführung unnötiger Prüfungen und einen unnötigen Arbeitsaufwand aus.

Die fünfte Erfindung, die sich von der vierten Erfindung ableitet, umfaßt einen Umgebungsluftdruckgeber zur Messung des Umgebungsluftdrucks, einen Umgebungslufttemperaturgeber zur Messung der Umgebungslufttemperatur, eine Speichereinheit zur Speicherung der Drehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt bei einem Umgebungsluftdruck von 760 mm Hg und einer Umgebungslufttemperatur von 25°C, eine Umrechnungseinheit für die Einbeziehung von Umgebungsluftkenngrößen, die die Umrechnung der zweiten korrigierten Abgastemperatur in eine vierte korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt bei dem Umgebungsluftdruck von 760 mm Hg und der Umgebungslufttemperatur 25°C vornimmt, und eine Warnsignaleinrichtung zur Abgabe eines Warnsignals, wenn die vierte korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt größer ist als der Grenzwert.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau wird das Drehmoment bei einem Umgebungsluftdruck von 760 mm Hg, einer Umgebungslufttemperatur von 25°C und im Äquivalentnennleistungspunkt gespeichert, und es werden die Abgastemperatur, die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge gemessen. Dann wird das Drehmoment des Motors aus der Drehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge bestimmt und die zu dem entsprechenden Zeitpunkt gemessene Abgastemperatur korrigiert, so daß diese die Abgastemperatur bei der Drehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt, bei einem Umgebungsluftdruck von 760 mm Hg und einer Umgebungslufttemperatur von 25°C ergibt. Überschreitet diese vierte korrigierte Abgastemperatur den Grenzwert, so wird eingeschätzt, daß eine Abweichung von den Normalwerten in der Luftansauganlage und in der Auspuffanlage vorliegt.

Da sich die Abgastemperatur in Abhängigkeit vom Umgebungsluftdruck und von der Umgebungslufttemperatur ändert, wird die Abgastemperatur korrigiert, so daß sie den vorgegebenen Umgebungsluftbedingungen entspricht, wird die korrigierte vierte Abgastemperatur mit dem Grenzwert verglichen, und es wird darüber entschieden, ob eine Nor-

malwertabweichung vorliegt, was eine noch größere Genauigkeit bei der Feststellung dieser Abweichungen ermöglicht. Somit sind Fehleinschätzungen, die zu Motorschäden und zu einem zusätzlichen Arbeitsaufwand für unnötige Durchsichten führen, ausgeschlossen.

Die sechste Erfindung hinsichtlich des erfindungsgemäßen Systems zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors betrifft ein System, das die Messung des Kurbelgehäusegasdrucks des Motors und die Ermittlung einer Normalwertabweichung eines Kolbens, eines Kolbenrings oder eines anderen Teils vornimmt und zu dem gehören: eine Einrichtung für die Auswahl von Werten des Kurbelgehäusegasdrucks, die den Kurbelgehäusegasdruck im Motor mißt und die höchsten Werte dieser gemessenen Kurbelgehäusegasdrücke innerhalb eines ersten festgelegten Zeitraums auswählt, und eine Warnsignaleinrichtung zur Abgabe eines Warnsignals, wenn der höchste Kurbelgehäusegasdruck über dem Grenzwert liegt.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau wird der Kurbelgehäusegasdruck innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums in regelmäßigen Abständen gemessen und der höchste Kurbelgehäusegasdruck unter diesen gemessenen Werten innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums ausgewählt. Überschreitet dieser höchste Kurbelgehäusegasdruck den Grenzwert, so wird ein Warnsignal abgegeben.

Folglich lassen sich, da der Kurbelgehäusegasdruck des Motors in regelmäßigen Abständen gemessen wird und der höchste Kurbelgehäusegasdruck unter diesen gemessenen Werten ausgewählt und mit dem Grenzwert verglichen wird, Werte von Kenngrößen über einen langen Zeitraum hinweg ermitteln, und da der höchste Kurbelgehäusegasdruck zum Vergleich genutzt wird, ist ein genauer Vergleich bei hoher Konstanz auf der Grundlage verlässlicher Meßwerte möglich. Da dies einen hohen Grad der Genauigkeit bei der Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors bewirkt, ist eine sehr geringe Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften, zu einem Motorschaden und zu zusätzlichem Arbeitsaufwand für unnötige Durchsichten führenden Entscheidung gegeben.

Entsprechend der siebenten Erfindung, die sich von der vierten oder sechsten Erfindung ableitet, werden mittels einer Einrichtung zur Auswahl der Abgastemperaturen oder einer Einrichtung zur Auswahl der Kurbelgehäusegasdrücke die höheren gemessenen Werte der zwei in regelmäßigen Zeitabständen vorgenommenen Messungen ausgewählt.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau werden die in regelmäßigen Zeitabständen gewonnenen Meßwerte verglichen, und die bei sämtlichen Messungen gewonnenen Meßwerte mit dem größten Zahlenwert bleiben im Speicher gespeichert, während kleinere Meßwerte gelöscht werden, so daß die größten Meßwerte für einen festgelegten Zeitraum gespeichert werden.

Folglich kann ein Computer mit geringerer Speicherkapazität eingesetzt werden, da beispielsweise die höchste Abgastemperatur ausgewählt wird und die niedrigeren Abgastemperaturen gelöscht werden. Dies ermöglicht somit eine effiziente Nutzung des Computers, dessen Leistungsreserven für weitere Kontrollen vorgesehen werden können.

Die achte Erfindung, die sich von der sechsten Erfindung ableitet, stellt einen Kurbelgehäusegasdruckgeber zur Messung des Kurbelgehäusegasdrucks im Motor, einen Motordrehzahlgeber zur Messung der Drehzahl des Motors, einen Kraftstoffeinspritzmengengeber zur Messung der Kraftstoffeinspritzmenge, eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt, eine Umrechnungseinrichtung für den Kurbelgehäusegasdruck, die den höchsten Kurbelgehäuse-

gasdruck auf den Kurbelgehäusegasdruck bei der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt korrigiert und die zweite korrigierte Abgastemperatur bestimmt und speichert, sowie eine Warnsignaleinrichtung zur Abgabe eines Warnsignals, wenn der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck im Äquivalentnennleistungspunkt größer als der Grenzwert ist, bereit.

Mit Hilfe eines Systems mit dem oben beschriebenen Aufbau werden die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt des Motors gespeichert und zunächst die Motordrehzahl, die Kraftstoffeinspritzmenge und die Abgastemperatur ein erstes Mal gemessen. Es wird das Drehmoment des Motors aus dieser Drehzahl und dieser Kraftstoffeinspritzmenge ermittelt und der erste Kurbelgehäusegasdruck gespeichert. Daraufhin werden die Motordrehzahl, die Kraftstoffeinspritzmenge und der Kurbelgehäusegasdruck ein zweites Mal gemessen. Dann wird das Drehmoment des Motors aus dieser Drehzahl und dieser Kraftstoffeinspritzmenge der zweiten Messung ermittelt, es wird der Kurbelgehäusegasdruck der zweiten Messung mit dem Kurbelgehäusegasdruck der ersten Messung verglichen und der höhere Kurbelgehäusegasdruck gespeichert. Gleichzeitig wird der niedrigere Kurbelgehäusegasdruck gelöscht. Diese Messungen werden kontinuierlich im Verlaufe eines ersten festgelegten Zeitraums durchgeführt, wobei der höchste Kurbelgehäusegasdruck ausgewählt und gespeichert wird. Daraufhin erfolgt die Korrektur des höchsten Kurbelgehäusegasdrucks, so daß dieser Wert den Kurbelgehäusegasdruck bei der Drehzahl und der Einspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt unter Berücksichtigung der Drehzahl und des Drehmoments zu dem entsprechenden Zeitpunkt ergibt. Überschreitet dieser zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck den Grenzwert, so wird eingeschätzt, daß in der Luftansauganlage und in der Auspuffanlage eine Normalwertabweichung vorliegt, und ein Warnsignal wird abgegeben.

Somit ist ein stabiler Vergleich möglich, da nach Messung des Kurbelgehäusegasdrucks des Motors die zweiten korrigierten Werte des Kurbelgehäusegasdrucks, die bei konstanten Bedingungen kontinuierlich korrigiert wurden, mit dem Grenzwert verglichen werden, wobei die Grenzwerte als Zahlenwerte vorgegeben werden können, die den Werten zum Zeitpunkt einer Störung nahekommen. Dies gewährleistet eine hohe Genauigkeit bei der Ermittlung von Normalwertabweichungen des Motors und schließt die Entstehung von Motorschäden infolge einer Fehleinschätzung sowie die Durchführung unnötiger Prüfungen und einen unnötigen Arbeitsaufwand aus.

Die erste Erfindung hinsichtlich des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors betrifft ein Verfahren zur Feststellung von Normalwertabweichungen, bei dem die Abgastemperatur des Motors gemessen wird und Normalwertabweichungen der Kraftstoffanlage, der Luftansauganlage und der Auspuffanlage des Motors bzw. anderer Motoranlagen ermittelt werden, wobei zu den Schritten abgesehen von der Speicherung der Motordrehzahl sowie der Kraftstoffeinspritzmenge die Messung der Motorabgastemperatur zu dem entsprechenden Zeitpunkt, die Auswahl der höchsten Abgastemperatur unter den innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums gemessenen Werten und die Korrektur dieser höchsten Abgastemperatur auf die Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt und die sowie eine Warnsignalabgabe in dem Falle gehören, wenn diese zweite korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt über dem Grenzwert liegt.

Mit Hilfe dieses Verfahrens lassen sich ähnliche Ergebnisse und Wirkungen erzielen wie nach der vierten Erfindung hinsichtlich des Systems zur Feststellung von Normal-

wertabweichungen des Motors.

Die zweite Erfindung hinsichtlich des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors betrifft ein Verfahren zur Feststellung von Normalwertabweichungen, bei dem der Kurbelgehäusegasdruck des Motors gemessen wird, um so Normalwertabweichungen der Kolben, der Kolbenringe oder anderer Teile festzustellen, wobei zu den Schritten gehören: abgesehen von der Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge die Messung des Kurbelgehäusegasdrucks des Motors, die Auswahl des höchsten Kurbelgehäusegasdrucks unter den innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums gemessenen Werten und die Warnsignalabgabe, wenn dieser höchste Kurbelgehäusegasdruck über dem Grenzwert regt.

Mit Hilfe dieses Verfahrens lassen sich ähnliche Ergebnisse und Wirkungen erzielen wie die der sechsten Erfindung hinsichtlich des Systems zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Zeichnungen zeigen folgendes:

Fig. 1 einen Übersichtsplan des Systems zur Ermittlung von Normalwertabweichungen in bezug auf die Werte der Abgastemperatur und des Kurbelgehäusegasdrucks eines erfindungsgemäßen Motors mit Turbolader,

Fig. 2 einen Programmablaufplan zu dem Verfahren für die Feststellung einer Abweichung von der Normalabgastemperatur des Motors entsprechend der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 eine grafische Darstellung der Richtung der ablaufenden Änderungen der Kraftstoffeinspritzmenge oder des Drehmoments im Verhältnis zur Drehzahl des Motors entsprechend der ersten Ausführungsform,

Fig. 4 eine grafische Darstellung des Verhältnisses Motordrehzahl zum Zeitpunkt der Messung zur Drehzahl bei Nennleistung und des Abgaskorrekturfaktors, bezogen auf die Drehzahl,

Fig. 5 eine grafische Darstellung des Verhältnisses Motordrehmoment zum Zeitpunkt der Messung zum Drehmoment bei Nennleistung und des Abgaskorrekturfaktors, bezogen auf das Drehmoment,

Fig. 6 eine grafische Darstellung der Richtung der ablaufenden Änderungen der Abgastemperatur des Motors entsprechend der ersten Ausführungsform,

Fig. 7 eine grafische Darstellung des Verhältnisses Umgebungsluftdruck zum Zeitpunkt der Messung zu einem Umgebungsluftdruck von 760 mm Hg und des Druckkorrekturfaktors,

Fig. 8 eine grafische Darstellung des Verhältnisses Umgebungslufttemperatur zum Zeitpunkt der Messung zu einer Umgebungslufttemperatur von 25°C und des Temperaturkorrekturfaktors,

Fig. 9 einen Programmablaufplan zu dem Verfahren für die Feststellung einer Normalwertabweichung des Kurbelgehäusegasdrucks des Motors entsprechend der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 10 eine grafische Darstellung des Verhältnisses Motordrehzahl zum Zeitpunkt der Messung zur Drehzahl bei Nennleistung und des Korrekturfaktors für den Kurbelgehäusegasdruck, bezogen auf die Drehzahl,

Fig. 11 eine grafische Darstellung des Verhältnisses Motordrehmoment zum Zeitpunkt der Messung zum Drehmoment bei Nennleistung und des Korrekturfaktors für den Kurbelgehäusegasdruck, bezogen auf das Drehmoment.

Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen sollen nun einige Ausführungsformen eines Systems zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors beschrieben werden.

Fig. 1 ist ein Übersichtsplan eines Systems 30 zur Ermittlung von Normalwertabweichungen eines Motors, das erfindungsgemäß feststellt, ob Abweichungen der Abgastemperatur und des Kurbelgehäusegasdrucks eines Motors mit Turbolader von den Normalwerten auftreten. Zu dem Motor mit einem Turbolader 1 (nachfolgend als der "Motor 1" bezeichnet) gehören ein Motorgehäuse 2, eine Kraftstoffeinspritzanlage 10, ein Turboladeraggregat 20 wie z. B. ein Turbolader und ein Luftfilter 25, und zusätzlich ist der Motor 1 mit einem System 30 zur Prüfung auf Einhaltung der Abgastemperatur und der Kurbelgehäusegasdrucknormalwerte ausgestattet.

Der Kolben 4 sitzt im Motorgehäuse 2 selbständig gleitend in einem Zylinder, der im Kurbelgehäuse 3 ausgebildet ist, wobei der Kolben 4 über die Pleuelstange 6 mit der Kurbelwelle 5 verbunden ist.

Zur Kraftstoffeinspritzanlage 10 gehören eine von einer Kraftstoffförderpumpe (nicht dargestellt) mit Kraftstoff gespeiste Einspritzpumpe 11, die den Kraftstoff einspritzt, eine Regelstange 13, die mit einem Pumpenkolben 12 der Einspritzpumpe 11 im Eingriff steht, und ein Drehzahlregler 14, der an der Regelstange 13 sitzt und die Kraftstoffzufuhr erhöht oder senkt. Der Drehzahlregler 14 umfaßt eine Membran 15, die mit der Regelstange 13 verbunden ist, eine Feder 16, die gegen die Membran 15 drückt, und ein Drehzahlreglergehäuse 17, das die Membran 15 sowie die Feder 16 aufnimmt. Das Drehzahlreglergehäuse 17 ist auf der Seite 17a, auf der die Feder 16 angeordnet ist, über die Drehzahlreglerleitung 22 mit der Ansaugleitung 21 verbunden, worauf später noch eingegangen werden soll. Die andere Seite 17b des Drehzahlreglergehäuses 17, das die Feder 16 aufnimmt, ist nach außen offen.

Zum Turboladeraggregat 20 wie einem Turbolader gehören ein Verdichterrad 20a und eine Abgasturbine 20b, wobei das Verdichterrad 20a mit dem Zylinder des Motors über eine Ansaugleitung 21 und ein Einlaßventil (nicht dargestellt) verbunden ist und die Abgasturbine 20b mit dem Zylinder über eine Abgasleitung 23 und ein Auslaßventil (nicht dargestellt) verbunden ist.

Das Verdichterrad 20a des Turboladers 20 ist über eine Luftfilterleitung 26 an das Luftfilter 25 angeschlossen. Die Abgasturbine 20b ist mit der Abgasleitung (nicht gezeigt) verbunden, die die Abgase aus dem Aggregat nach außen abführt.

Zum System 30 für die Ermittlung von Normalwertabweichungen des Motors, das die Abgastemperatur und den Kurbelgehäusegasdruck mißt, gehören ein Motordrehzahlgeber 31, ein Kraftstoffeinspritzmengengeber 32, ein Abgastemperaturgeber 33, ein Umgebungsluftdruckgeber 34, ein Umgebungslufttemperaturgeber 35, ein Kurbelgehäusegasdruckgeber 38 und ein Steuergerät 45, an das diese verschiedenen Geber angeschlossen sind. Wenn als notwendig erachtet, können auch weitere Bestandteile wie ein Ansaugdruckgeber 36 und ein Kraftstoffförderdruckgeber 37 vorgesehen werden.

Der Motordrehzahlgeber 31 ist an der Kurbelwelle 5 angebaut und mißt die Drehzahl Ne des Motors 1.

Der Kraftstoffeinspritzmengengeber 32 ist an der Regelstange 13 angeordnet und mißt die Position q der Regelstange, die Kraftstoffeinspritzmenge Q sowie die Leistung des Motors 1.

Der Abgastemperaturgeber 33 ist an der Abgasleitung 23

zwischen dem Zylinder des Motors 1 und der Abgasturbine 20b angeordnet und mißt die Abgastemperatur Tex des Motors 1 und stellt mittels nachfolgend zu beschreibender Berechnung fest, ob Normalwertabweichungen des Motors 1 vorliegen.

Der Umgebungsluftdruckgeber 34 und der Umgebungslufttemperaturgeber 35 sind auf der Seite 17b des Drehzahlreglergehäuses 17 gegenüber der Seite 17a, die die Feder 16 aufnimmt, angeordnet und messen den Umgebungsluftdruck Ttp und die Umgebungslufttemperatur Ttm. Der Einbau des Umgebungsluftdruckgebers 34 und des Umgebungslufttemperaturgebers 35 ist nicht auf diese Positionen beschränkt, sondern die Geber können auch an anderen Stellen des Motors 1 installiert werden, sie müssen sich nur im Kontakt mit der Umgebungsluft befinden.

Der Kurbelgehäusegasdruckgeber 38 ist am Kurbelgehäuse 3 des Motorgehäuses 2 angeordnet und mißt den Kurbelgehäusegasdruck Bex des Motors 1.

Der Motordrehzahlgeber 31, der Kraftstoffeinspritzmengengeber 32 und die verschiedenen Geber 33 bis 38 (die Geber bestimmter Motorkenngrößen 33 bis 38) sind mit dem Steuergerät 45 verbunden, an das sie auch die entsprechenden Meßsignale liefern.

Das Steuergerät ist mit einer Speichereinheit 45a, die die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt speichert, einer Abgastemperaturauswahleinheit 45b (einer Auswahleinheit 45b zur Auswahl der Meßwerte bestimmter Kenngrößen), die das Signal für die Drehzahl Ne vom Motordrehzahlgeber 31 und für die Einspritzmenge Q vom Kraftstoffeinspritzmengengeber 32 innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums speichert, die Signale für die Abgastemperatur Bex vom Abgastemperaturgeber 33 empfängt und die höchste dieser ersten Abgastemperaturen auswählt, einer Abgastemperaturumrechnungseinheit 45c (einer Umrechnungseinheit 45c für Meßwerte bestimmter Kenngrößen), die die höchste Abgastemperatur in die Abgastemperatur im Nennleistungspunkt umrechnet und die zweite korrigierte Abgastemperatur bestimmt, und einer Warnsignaleinrichtung 46 ausgestattet, die ein Warnsignal abgibt, wenn die zweite korrigierte Abgastemperatur größer ist als der Grenzwert.

Abgesehen von der Speichereinheit 45a sind die Kurbelgehäusegasdruckauswahleinheit 45d (die Auswahleinheit 45d für Meßwerte bestimmter Kenngrößen), die Signale Bex vom Kurbelgehäusegasdruckgeber 38 während des ersten festgelegten Zeitraums empfängt und den höchsten Kurbelgehäusegasdruck unter den im ersten festgelegten Zeitraum gemessenen Werten auswählt, die Kurbelgehäusegasdruckumrechnungseinheit 45e (die Umrechnungseinheit 45e zur Umrechnung von Meßwerten bestimmter Kenngrößen), die den höchsten Kurbelgehäusegasdruck in den Kurbelgehäusegasdruck im Nennleistungspunkt umrechnet und einen zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdruck ermittelt, und eine Warnsignaleinrichtung 46 zur Abgabe eines Warnsignals vorgesehen, wenn der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck über dem Grenzwert liegt.

Hier sei darauf hingewiesen, daß die Abgastemperaturauswahleinheit 45b bzw. die Kurbelgehäusegasdruckauswahleinheit 45d die Meßwerte sowohl in gleichen Zeitabständen auswählt als auch die bei den vorhergehenden Messungen ausgewählten Werte mit den bei den nachfolgenden Messungen ausgewählten Werten vergleicht und nur den höheren Wert der Abgastemperaturen bzw. der Kurbelgehäusegasdrücke weiterhin gespeichert hält.

Zur Vereinfachung einer Beschreibung der Speichereinheit 45a wurde diese so definiert, daß sie die Drehzahl und die Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt des Motors 1 speichert. Das Speichern der Speichereinheit 45a

ist jedoch nicht nur auf den Nennleistungspunkt des Motors **1** begrenzt, sondern es kann auch an einem Punkt in unmittelbarer Nähe dieses Nennleistungspunktes oder am Maximaldrehmomentpunkt erfolgen. Der Punkt, der dieser Definition entspricht, wird anschließend als der "Äquivalent-nennleistungspunkt" bezeichnet.

Nun soll unter Bezugnahme auf den Programmablaufplan in **Fig. 2** die Abgastemperaturkontrolleinheit des Motors **1** entsprechend der ersten Ausführungsform beschrieben werden.

In Schritt **1** wird die vorhergehende (erste) Messung vorgenommen, wobei mit Hilfe des Motordrehzahlgebers **31** die Drehzahl  $N_{e1}$ , mit Hilfe des Kraftstoffeinspritzmengen-gebers **32** die Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_1$  und mit Hilfe des Abgastemperaturgebers **33** die Abgastemperatur  $Tex_1$  gemessen und die entsprechenden Signale an das Steuergerät **45** geliefert werden.

In Schritt **2** berechnet das Steuergerät **45** aus der Drehzahl  $N_{e1}$  und der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_1$  das Drehmoment  $F_{t1}$  des Motors **1** und speichert die dem bestimmten Zeitpunkt entsprechenden Werte  $F_{t1}$  und  $Tex_1$ .

In Schritt **3** erfolgt nach einem festgelegten Zeitraum  $t_n$  nach der ersten Messung eine weitere (zweite) Messung, und zwar der Drehzahl  $N_{e2}$ , der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_2$  und der Abgastemperatur  $Tex_2$  des Motors **1**, wobei die entsprechenden Signale an das Steuergerät **45** geliefert werden.

In Schritt **4** berechnet das Steuergerät **45** aus der Drehzahl  $N_{e2}$  und der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_2$  das Drehmoment  $F_{t2}$  des Motors **1**, vergleicht die bei der zweiten Messung gewonnene Abgastemperatur  $Tex_2$  mit der bei der ersten Messung gewonnenen Abgastemperatur  $Tex_1$  und speichert den höheren Wert der beiden Abgastemperaturen (beispielsweise die Abgastemperatur  $Tex_2$  der zweiten Messung und das Drehmoment  $F_{t2}$ ).

In Schritt **5** folgen nach einem festgelegten Zeitabstand  $t_n$  eine dritte Messung sowie ein Vergleich, welche Abgastemperatur  $Tex$  höher lag, die bei der ersten und zweiten Messung (beispielsweise die bei der zweiten Messung gewonnene Abgastemperatur  $Tex_2$ ) oder die bei der dritten Messung gewonnene Abgastemperatur  $Tex_3$ , wobei der höhere Wert der zwei Abgastemperaturen (beispielsweise die Abgastemperatur  $Tex_2$  der zweiten Messung und das Drehmoment  $F_{t2}$ ) gespeichert wird. Diese Messungen und Vergleiche laufen innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums (z. B. innerhalb von zwei Stunden) ab, und die höchste Abgastemperatur  $Tex_m$  dieses Zeitraums wird zusammen mit dem Drehmoment  $F_{tm}$  des Motors zu dem entsprechenden Zeitpunkt gespeichert.

**Fig. 3** veranschaulicht die Richtung, in der sich das Drehmoment  $F_t$  des Motors **1** während des Betriebs ändert, wobei auf der waagerechten Achse die Drehzahl  $N_e$  des Motors **1** und auf der senkrechten Achse die Kraftstoffeinspritzmenge  $Q$  oder das Drehmoment  $F_t$  des Motor **1** aufgetragen wird. Die Strich-Punkt-Linie  $R_a$  ist die Drehmomentkurve des Motors **1**, wobei der Nennleistungspunkt auf dieser Kurve durch den Punkt  $W_p$  dargestellt wird. Die Vollinie  $S_r$  zeigt die Richtung der Veränderungen des Drehmoments  $F_t$  des Motors **1** während des Betriebs an, wobei (1) den Meßpunkt des Drehmoments der ersten Messung und (2) den Meßpunkt des Drehmoments der zweiten Messung verkörpert. In dem Beispiel von **Fig. 3** stellt die Abgastemperatur  $Tex_2$  am Drehmomentmeßpunkt (2) der zweiten Messung die höchste Abgastemperatur  $Tex_m$  dar.

In Schritt **6** korrigiert das Steuergerät **45** unter Berücksichtigung der Drehzahl des Motors **1** zum Zeitpunkt der Messung die innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums (beispielsweise zwei Stunden) ermittelte höchste Abgastem-

peratur  $Tex_m$ , die zur Abgastemperatur  $Tep$  bei der Drehzahl  $N_{ep}$  und der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_p$  im Nennleistungspunkt  $W_p$  wird. Diese Korrektur der Abgastemperatur  $Tep$  (nachfolgend als "erste korrigierte Abgastemperatur  $Tep$ " bezeichnet) geschieht im einzelnen entsprechend einem Diagramm, das mit Hilfe von Tests ermittelt wurde und im Steuergerät **45** gespeichert ist.

Mit Hilfe dieses Diagramms, das in **Fig. 4** zu sehen ist, wird die erste korrigierte Abgastemperatur  $Tep$  ermittelt, wobei die Drehzahl  $N_{ep}$  zur Zeit der Messung im Verhältnis zur Drehzahl  $N_{ep}$  bei Nennleistung auf der waagerechten Achse und der Korrekturfaktor  $\Delta N$  für die Abgastemperatur im Verhältnis zur Drehzahl auf der senkrechten Achse aufgetragen wird und der Korrekturfaktor  $\Delta N$  für die Abgastemperatur im Verhältnis zur Drehzahl aus dem Verhältnis zwischen den Drehzahlen und der Äquivalentkurve  $U_a$  des Diagramms unter Verwendung der folgenden Formel ermittelt wird:

$$Tep = \Delta N \times Tex_m$$

In Schritt **7** wird die erste korrigierte Abgastemperatur  $Tep$  unter Berücksichtigung des Drehmoments des Motors **1** zum Zeitpunkt der Messung korrigiert, sie wird zur Abgastemperatur  $Tep_a$  im Nennleistungspunkt  $W_p$ . Diese Korrektur der Abgastemperatur  $Tep_a$  (nachfolgend als "zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$ " bezeichnet) geschieht im einzelnen entsprechend einem Diagramm, das mit Hilfe von Tests ermittelt wurde und im Steuergerät **45** gespeichert ist.

Mit Hilfe dieses in **Fig. 5** gezeigten Diagramms wird die zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$  ermittelt, wobei, das Drehmoment  $F_t$  zur Zeit der Messung im Verhältnis zum Drehmoment  $F_{tp}$  bei Nennleistung auf der waagerechten Achse und der Korrekturfaktor  $\Delta F$  für die Abgastemperatur im Verhältnis zum Drehmoment auf der senkrechten Achse aufgetragen wird und der Korrekturfaktor  $\Delta F$  für die Abgastemperatur im Verhältnis zum Drehmoment aus dem Verhältnis zwischen den Drehmomenten und der Äquivalentkurve  $V_a$  des Diagramms unter Verwendung der folgenden Formel ermittelt wird:

$$Tep_a = \Delta F \times Tep$$

In Schritt **8** wird entschieden, ob die zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$  niedriger ist als der Grenzwert  $TEXH$  ( $Tep_a < TEXH$ ). Wenn nicht, dann wird die bei der vorhergehenden (ersten) Messung ermittelte zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$  mit der bei der darauffolgenden (zweiten) Messung ermittelten zweiten korrigierten Abgastemperatur  $Tep_a$  verglichen, und es wird des weiteren entschieden, ob die Differenz zwischen den Temperaturen größer als ein festgelegter Wert ist (beispielsweise  $50^\circ C$  oder mehr). Ist in Schritt **8** die zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$  niedriger als der Grenzwert  $TEXH$  (JA), wird zu Schritt **9** übergegangen.

In Schritt **9** wird die zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$  gespeichert. Anschließend kehrt der Prozeß zu Schritt **1** zurück, und die Messungen erfolgen für den festgelegten Zeitraum (zwei Stunden) der zweiten Stufe. Die zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$  für den Zeitraum von zwei Stunden der zweiten Stufe wird wie die bei der (vorhergehenden) Messung der ersten Stufe, wenn sie niedriger als der Grenzwert  $TEXH$  ist, ebenfalls gespeichert. Daran anschließend kehrt der Prozeß zu Schritt **1** zurück und wiederholt die Schritte bis zu Schritt **9**. Die während des ersten festgelegten Zeitraums ausgeführten Messungen werden in  $n$  Stufen wiederholt (beispielsweise 10 Stufen). Wenn der erste festgelegte Zeitraum multipliziert mit  $n$  Stufen (bei-



spielsweise zwei Stunden  $\times$  10) abgelaufen ist, wird der Prozeß mit Schritt 10 fortgesetzt. Ist die zweite korrigierte Abgastemperatur T<sub>epa</sub> in Schritt 8 höher als der Grenzwert TEXH (NEIN), so wird der Prozeß mit Schritt 12 fortgesetzt.

In Schritt 10 werden die während des ersten festgelegten Zeitraums der verschiedenen Stufen gewonnenen zweiten korrigierten Abgastemperaturwerte T<sub>epa</sub> addiert, und es wird der Durchschnittswert T<sub>epav</sub> der zweiten korrigierten Abgastemperatur während des Zeitraums (20 Stunden) (nachfolgend als "zweite korrigierte durchschnittliche Abgastemperatur T<sub>epav</sub>" bezeichnet) ermittelt und gespeichert. Die Reihenfolge Messen, Korrektur und Durchschnittswertermittlung, wiederholen sich hierbei, und die zweiten korrigierten durchschnittlichen Abgastemperaturwerte T<sub>epav</sub> werden in zeitlicher Reihenfolge nacheinander gespeichert (T<sub>epav1</sub>, T<sub>epav2</sub>, ...). Sich abzeichnende Abweichungen des Motors 1 von den Normalwerten können anhand des Verhältnisses erkannt werden, in dem diese in zeitlicher Reihenfolge aneinandergereihten zweiten korrigierten durchschnittlichen Abgastemperaturwerte T<sub>epav</sub> größer werden.

Fig. 6 zeigt die Richtung der Änderungen in Bezug auf die Abgastemperatur von Motor 1 während des Betriebs, wobei auf der waagerechten Achse der Zeitraum (Stufe) und auf der senkrechten Achse die Abgastemperatur T aufgetragen werden. Zunächst wird, wie auf der linken Seite von Fig. 6 gezeigt ist, die höchste Abgastemperatur T<sub>exm</sub> aus den während des ersten Zeitraums (zwei Stunden) der ersten Stufe gemessenen Abgastemperaturwerten T<sub>ex</sub> ausgewählt und diese Abgastemperatur T<sub>exm</sub> in Beziehung zum Nennleistungspunkt W<sub>p</sub> gesetzt und korrigiert, und so wird die zweite korrigierte Abgastemperatur T<sub>epa</sub> ermittelt, die dann gespeichert wird. Für n Stufen werden die Auswahl während des ersten festgelegten Zeitraums und die Korrektur des höchsten Wertes wiederholt, wobei n Werte als die zweite korrigierte Abgastemperatur T<sub>epa</sub> bestimmt werden. Aus diesen n Werten der zweiten korrigierten Abgastemperatur T<sub>epa</sub> wird ein Durchschnittswert gebildet, und es wird die zweite korrigierte durchschnittliche Abgastemperatur T<sub>epav</sub> für den ersten festgelegten Zeitraum ermittelt, die gespeichert wird.

In Schritt 11 wird die Differenz zwischen der bei der vorhergehenden Messung ermittelten zweiten korrigierten durchschnittlichen Abgastemperatur T<sub>epav1</sub> und der bei der nachfolgenden Messung bestimmten zweiten korrigierten durchschnittlichen Abgastemperatur T<sub>epav2</sub> ermittelt und entschieden, ob diese Temperaturdifferenz größer ist als ein festgelegter Wert (beispielsweise 50°C oder mehr).

Ist in Schritt 11 die Temperaturdifferenz größer als der festgelegte Wert (JA), so kehrt der Prozeß zu Schritt 1 zurück. Ist die Temperaturdifferenz kleiner als der festgelegte Wert (NEIN), so wird der Prozeß mit Schritt 12 fortgesetzt.

In Schritt 12 wird eingeschätzt, daß eine Abweichung von den Normalwerten des Motors 1 vorliegt, und an die visuelle Warnsignaleinrichtung 46 oder eine akustische Warnsignaleinrichtung oder ähnliche Einrichtung wird ein Warnsignal abgegeben.

Die Schritte 6 und 7 können auch, in der Reihenfolge vertauscht werden.

Zudem können nach Korrektur der in den Schritten 6 und 7 gemessenen Werte in Bezug auf den Nennleistungspunkt W<sub>p</sub> auch die Korrekturen in Bezug auf den Umgebungsluftdruck und die Umgebungslufttemperatur vorgenommen werden.

Während der Messung der Abgastemperatur T<sub>ex</sub> des Motors 1 in Schritt 1 werden nämlich gleichzeitig der Umgebungsluftdruck T<sub>ip</sub> und die Umgebungslufttemperatur T<sub>im</sub> mit Hilfe des Umgebungsluftdruckgebers 34 und des Umge-

gebungslufttemperaturgebers 35 gemessen. In Schritt 7 wird eine positive Korrelation wie folgt aufgestellt: "Je größer der Umgebungsluftdruck T<sub>ip</sub> ist, desto größer ist auch die Abgastemperatur T<sub>ex</sub>", und die zweite korrigierte Abgastemperatur T<sub>epa</sub> wird in Korrelation gebracht mit dem Umgebungsluftdruck T<sub>ip</sub> und unter Verwendung des durch Tests ermittelten Diagramms von Fig. 7 korrigiert.

Unter Verwendung des Verhältnisses zwischen dem auf der waagerechten Achse von Fig. 7 aufgetragenen Umgebungsluftdruck T<sub>ip</sub> und dem Umgebungsluftdruck 760 mm Hg wird der auf der senkrechten Achse aufgetragene Korrekturfaktor ΔPa für die Druckumrechnung abgelesen und die dritte korrigierte Abgastemperatur T<sub>epb</sub> durch Bestimmen des Korrekturfaktors ΔPa für die Druckumrechnung anhand des Verhältnisses der Werte des Umgebungsluftdrucks und der Äquivalentkurve X<sub>a</sub> in der Zeichnung und unter Verwendung der folgenden Formel ermittelt:

$$T_{epb} = \Delta Pa \times T_{epa}$$

In Schritt 7 wird des weiteren eine positive Korrelation wie folgt aufgestellt: "Je größer die Umgebungslufttemperatur T<sub>im</sub> ist, desto größer ist auch die Abgastemperatur T<sub>ex</sub>", und die dritte korrigierte Abgastemperatur T<sub>epb</sub> wird entsprechend der Umgebungslufttemperatur T<sub>im</sub> und unter Verwendung des durch Tests ermittelten Diagramms von Fig. 8 korrigiert.

Unter Verwendung des Verhältnisses zwischen der auf der waagerechten Achse von Fig. 8 aufgetragenen Umgebungslufttemperatur T<sub>im</sub> und der Umgebungslufttemperatur 25°C wird der auf der senkrechten Achse aufgetragene Korrekturfaktor ΔMa für die Temperaturumrechnung abgelesen und die vierte korrigierte Abgastemperatur T<sub>epc</sub> durch Bestimmen des Korrekturfaktors ΔMa für die Temperaturumrechnung anhand des Verhältnisses der Werte der Umgebungslufttemperatur und der Äquivalentkurve X<sub>b</sub> in der Zeichnung und unter Verwendung der folgenden Formel ermittelt:

$$T_{epc} = \Delta Ma \times T_{epb}$$

Wird bei Einschätzungen nach Schritt 8 anstelle der zweiten korrigierten Abgastemperatur T<sub>epa</sub> von Schritt 8 diese vierte korrigierte Abgastemperatur T<sub>epc</sub> verwendet, ist eine genauere Beurteilung möglich.

Im folgenden soll unter Bezugnahme auf den Programmablaufplan von Fig. 9 die Kurbelgehäusegasdruckmeßeinrichtung des Motors 1 entsprechend der zweiten Ausführungsform beschrieben werden.

In Schritt 21 wird die vorhergehende (erste) Messung vorgenommen, bei der mit Hilfe des Motordrehzahlgebers 31 die Drehzahl Ne1, mit Hilfe des Kraftstoffeinspritzmengengebers 32 die Kraftstoffeinspritzmenge Q1 und mit Hilfe des Kurbelgehäusegasdruckgebers 38 der Kurbelgehäusegasdruck Bex1 gemessen und die entsprechenden Signale an das Steuergerät 45 geliefert werden.

In Schritt 22 berechnet das Steuergerät 45 aus der Drehzahl Ne1 und der Kraftstoffeinspritzmenge Q1 das Drehmoment Ft1 des Motors 1 und speichert die dem bestimmten Zeitpunkt entsprechenden Werte Ft1 und den Kurbelgehäusegasdruck Bex1.

In Schritt 23 erfolgt nach einem festgelegten Zeitraum tn nach der ersten Messung eine weitere (zweite) Messung, und zwar der Drehzahl Ne2, der Kraftstoffeinspritzmenge Q2 und des Kurbelgehäusegasdrucks Bex2 des Motors 1, wobei die entsprechenden Signale an das Steuergerät 45 geliefert werden.

In Schritt 24 berechnet das Steuergerät 45 aus der Drehzahl Ne2 und der Kraftstoffeinspritzmenge Q2 das Drehmo-

ment Ft2 des Motors 1, vergleicht den bei der zweiten Messung gewonnene Kurbelgehäusegasdruck Bex2 mit dem bei der ersten Messung gewonnenen Kurbelgehäusegasdruck Bex1 und speichert den höheren Wert der Kurbelgehäusegasdrücke (beispielsweise den Kurbelgehäusegasdruck Bex2 der zweiten Messung und das Drehmoment Ft2).

In Schritt 25 folgen nach einem festgelegten Zeitabstand in eine dritte Messung sowie ein Vergleich, welcher Kurbelgehäusegasdruck Bex höher lag, der bei der ersten und zweiten Messung (beispielsweise der bei der zweiten Messung gewonnene Kurbelgehäusegasdruck Bex2) oder der bei der dritten Messung gewonnene Kurbelgehäusegasdruck Bex3, wobei der höhere Wert der zwei Kurbelgehäusegasdrücke (beispielsweise der Kurbelgehäusegasdruck Bex2 der zweiten Messung und das Drehmoment Ft2 des Motors) gespeichert wird. Diese Messungen und Vergleiche laufen innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums (z. B. in zwei Stunden) ab, und der höchste Kurbelgehäusegasdruck Bexm dieses Zeitraums wird zusammen mit dem Drehmoment Ftm des Motors zu dem entsprechenden Zeitpunkt gespeichert.

In Schritt 26 korrigiert das Steuergerät 45 unter Berücksichtigung der Drehzahl des Motors 1 zum Zeitpunkt der Messung den innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums (beispielsweise zwei Stunden) ermittelten höchsten Kurbelgehäusegasdruck Bexm auf den Kurbelgehäusegasdruck Bep bei der Drehzahl Nep und der Kraftstoffeinspritzmenge Qp im Nennleistungspunkt Wp. Diese Korrektur des Kurbelgehäusegasdrucks Bep (nachfolgend als "erster korrigierter Kurbelgehäusegasdruck Bep" bezeichnet) geschieht im einzelnen entsprechend einem Diagramm, das mit Hilfe von Tests ermittelt wurde und im Steuergerät 45 gespeichert ist.

Mit Hilfe dieses Diagramms, das in Fig. 10 gezeigt ist, wird der erste korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bep ermittelt, wobei die Drehzahl Net zur Zeit der Messung im Verhältnis zur Drehzahl Nep bei Nennleistung auf der waagerechten Achse und der Korrekturfaktor  $\Delta B$  für den Kurbelgehäusegasdruck im Verhältnis zur Drehzahl auf der senkrechten Achse aufgetragen wird und der Korrekturfaktor  $\Delta B$  für den Kurbelgehäusegasdruck im Verhältnis zur Drehzahl aus dem Verhältnis zwischen den Drehzahlwerten und der Äquivalenkurve Ya in der Zeichnung unter Verwendung der folgenden Formel ermittelt wird:

$$Bep = \Delta B \times Bexm.$$

In Schritt 27 wird der erste korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bep unter Berücksichtigung des Drehmoments des Motors 1 zum Zeitpunkt der Messung auf den Kurbelgehäusegasdruck Bepa im Nennleistungspunkt Wp korrigiert. Diese Korrektur des Kurbelgehäusegasdrucks Bepa (nachfolgend als "zweiter korrigierter Kurbelgehäusegasdruck Bepa" bezeichnet) geschieht im einzelnen entsprechend einem Diagramm, das mit Hilfe von Tests ermittelt wurde und im Steuergerät 45 gespeichert ist.

Mit Hilfe dieses in Fig. 11 gezeigten Diagramms wird der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bepa ermittelt, wobei das Drehmoment Ft zur Zeit der Messung im Verhältnis zum Drehmoment Ftp bei Nennleistung auf der waagerechten Achse und der Korrekturfaktor  $\Delta C$  für den Kurbelgehäusegasdruck im Verhältnis zum Drehmoment auf der senkrechten Achse aufgetragen wird und der Korrekturfaktor  $\Delta C$  für den Kurbelgehäusegasdruck im Verhältnis zum Drehmoment aus dem Verhältnis zwischen den Drehmomenten und der Äquivalenkurve Za des Diagramms unter Verwendung der folgenden Formel ermittelt wird:

$$Bepa = \Delta C \times Bep.$$

In Schritt 28 wird entschieden, ob der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bepa niedriger ist als der Grenzwert BEXH ( $Bepa < BEXH$ ). Wenn nicht, dann wird der bei der vorhergehenden Messung ermittelte zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bepa mit dem bei der darauffolgenden (zweiten) Messung ermittelten zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdruck Bepa verglichen und des weiteren entschieden, ob die Druckdifferenz größer als ein festgelegter Wert ist (beispielsweise das 1,5fache oder mehr beträgt).

Ist in Schritt 28 der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bepa niedriger als der Grenzwert BEXH (JA), wird zu Schritt 29 übergegangen.

In Schritt 29 wird der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bepa gespeichert. Anschließend kehrt der Prozeß zu Schritt 21 zurück, und die Messungen erfolgen für den ersten festgelegten Zeitraum (zwei Stunden) der zweiten Stufe. Der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bepa für den Zeitraum von zwei Stunden der zweiten (nachfolgenden) Stufe wird wie der der vorhergehenden Messung der ersten Stufe, wenn er niedriger als der Grenzwert BEXH ist, ebenfalls gespeichert. Daran anschließend kehrt der Prozeß zu Schritt 21 zurück und führt die Schritte bis zu Schritt 29 aus. Die während des ersten festgelegten Zeitraums ausgeführten Messungen werden in n Stufen wiederholt (beispielsweise 10 Stufen), und wenn der erste festgelegte Zeitraum multipliziert mit n Stufen (beispielsweise zwei Stunden  $\times$  10) abgelaufen ist, wird der Prozeß mit Schritt 30 fortgesetzt. Ist der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck Bepa in Schritt 28 höher als der Grenzwert BEXH (NEIN), so wird, der Prozeß mit Schritt 32 fortgesetzt.

In Schritt 30 werden die während des ersten festgelegten Zeitraums der verschiedenen Stufen gewonnenen zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdruckwerte Bepa addiert, und es wird der Durchschnittswert Bepav (nachfolgend als "zweiter korrigierter durchschnittlicher Kurbelgehäusegasdruck Bepav" bezeichnet) des zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdrucks während des Zeitraums (20 Stunden) ermittelt und gespeichert. Hierbei wiederholt, sich die Reihenfolge Messen, Korrektur und Durchschnittswertermittlung, wobei, die zweiten korrigierten durchschnittlichen Kurbelgehäusegasdruckwerte Bepav in zeitlicher Reihenfolge nacheinander gespeichert (Bepav1, Bepav2...) werden. Sich abzeichnende Normalwertabweichungen des Motors 1 können anhand des Verhältnisses erkannt werden, in dem diese in zeitlicher Reihenfolge aneinandergereihten zweiten korrigierten durchschnittlichen Kurbelgehäusegasdruckwerte Bepav größer werden.

In Schritt 31 werden das bei der vorhergehenden Messung ermittelte Durchschnittsdruckverhältnis zwischen dem zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdruck Bepav1 und dem bei der darauffolgenden Messung ermittelten zweiten korrigierten durchschnittlichen Kurbelgehäusegasdruck Bepav2 bestimmt, und es wird des weiteren entschieden, ob das Durchschnittsdruckverhältnis größer als ein festgelegter Wert ist (beispielsweise das 1,5fache oder mehr beträgt).

Ist in Schritt 31 das Durchschnittsdruckverhältnis größer als der festgelegte Wert (JA), so kehrt der Prozeß zu Schritt 21 zurück. Ist das Durchschnittsdruckverhältnis kleiner als der festgelegte Wert (NEIN), so wird der Prozeß mit Schritt 32 fortgesetzt.

In Schritt 32 wird eingeschätzt, daß eine Normalwertabweichung des Motors 1 vorliegt, und ein Warnsignal an die visuelle Warnsignaleinrichtung 46 oder eine akustische Warnsignaleinrichtung oder ähnliche Einrichtung abgegeben.

Die Schritte 26 und 27 können auch in der Reihenfolge vertauscht werden.

Das Steuergerät 45 ist in der ersten und zweiten Ausführ-

rungsform so ausgelegt, daß es abgesehen von der Berechnung des Drehmoments  $F_t$  des Motors 1 aus der Drehzahl  $N_e$  und der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q$  auch die Speicherung des Motordrehmoments  $F_{t1}$  zu dieser Zeit sowie der Abgastemperatur  $Tex1$  oder des Kurbelgehäusegasdrucks  $Bex1$  vornehmen kann, es kann jedoch auch zum Speichern der Drehzahl  $N_e$ , der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q$ , der Abgastemperatur  $Tex1$  oder des Kurbelgehäusegasdrucks  $Bex1$  sowie zum Lesen der Werte der Drehzahl  $N_e$ , der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q$ , der Abgastemperatur  $Tex1$  oder des Kurbelgehäusegasdrucks  $Bex1$  nahe dem Nennleistungspunkt  $W_p$  aus dem Speicher dienen.

Zudem wurden die erste und zweite Ausführungsform anhand der Abgastemperatur  $Tex$  oder des Kurbelgehäusegasdrucks  $Bex$  der Auspuffanlage beschrieben, aber die vorliegende Erfindung läßt sich selbstverständlich auch für die rechtzeitige Ermittlung von Störungen in der Motorschmieranlage anhand des Öldrucks oder der Öltemperatur, von Störungen in der Luftansauganlage, beispielsweise eines verstopften Luftfilters oder einer Störung am Einlaßventil, anhand des Luftansaugdrucks, von Störungen in der Kraftstoffanlage, beispielsweise von Störungen an der Kraftstoffförderpumpe, anhand des Kraftstoffförderdrucks sowie Störungen in der Motorkühlanlage anhand der Kühlwassertemperatur anwenden. Als die bestimmten Kenngrößen lassen sich also der Öldruck, die Öltemperatur, der Luftansaugdruck, der Kraftstoffförderdruck, die Kühlwassertemperatur sowie andere Parameter des Motors 1 nutzen.

#### Patentansprüche

1. System zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors, das bestimmte Kenngrößen der Zusatzeinrichtungen des Motors wie der Kraftstoffanlage, Schmieranlage, Kühlanlage, Luftansauganlage oder Auspuffanlage des Motors mißt und Normalwertabweichungen in einer der genannten Motoranlagen feststellt, wobei zu diesem System gehören:  
 ein Meßfühler zur Messung der entsprechenden Kenngröße,  
 ein Motordrehzahlgeber zur Messung der Drehzahl des Motors,  
 ein Kraftstoffeinspritzmengengeber zur Messung der Kraftstoffeinspritzmenge,  
 eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt,  
 eine Auswahlrichtung für bestimmte Kenngrößen, die die Drehzahlwerte vom Motordrehzahlgeber und die Kraftstoffeinspritzmengenwerte vom Kraftstoffeinspritzmengengeber innerhalb eines ersten festgelegten Zeitraums speichert, die bestimmten Kenngrößen mit Hilfe der Meßfühler für die bestimmten Kenngrößen zu dem entsprechenden Zeitpunkt mißt und die größten Werte dieser bestimmten Kenngrößen auswählt, und  
 eine Umrechnungseinrichtung für bestimmte Kenngrößen die die größten Werte der Kenngrößen auf die Werte der bestimmten Kenngrößen bei der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt korrigiert und die zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen ermittelt und speichert.
2. System zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors nach Anspruch 1, bei dem eine Auswahlrichtung für Werte der bestimmten Kenngrößen innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums aus den größten Werten die zweiten korrigierten Werte der bestimmten Kenngrößen im Äquivalentnennleistungs-

punkt ermittelt, diese Schrittfolge mehrfach wiederholt und die größten unter all den während der wiederholten Messungen ermittelten zweiten korrigierten Werten der Kenngrößen auswählt und diese Werte im Speicher speichert und dabei die anderen Werte der Kenngrößen löscht.

3. System zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors nach den Ansprüchen 1 und 2, das mit einer Warnsignaleinrichtung ausgestattet ist, wobei dann ein Warnsignal abgegeben wird, wenn unter allen Werten der bestimmten Kenngrößen entweder der zweite korrigierte Wert dieser Kenngrößen im Äquivalentnennleistungspunkt oder der größte zweite korrigierte Wert der Kenngrößen über dem Grenzwert liegt.

4. System zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors, das die Motorabgastemperatur zur Feststellung von Normalwertabweichungen in der Kraftstoffanlage, der Luftansauganlage, oder der Auspuffanlage des Motors bzw. anderer Motoranlagen mißt, wobei zu diesem System gehören:

- ein Abgastemperaturegeber zur Messung der Temperatur der Motorabgase,
- ein Drehzahlgeber zur Messung der Motordrehzahl,
- ein Kraftstoffeinspritzmengengeber zur Messung der Kraftstoffeinspritzmenge,
- eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt,
- eine Auswahlrichtung zur Auswahl der Abgastemperatur, die die Drehzahl vom Motordrehzahlgeber und der Kraftstoffeinspritzmenge vom Kraftstoffeinspritzmengengeber innerhalb eines ersten festgelegten Zeitraums speichert, die Motorabgastemperatur zu dem entsprechenden Zeitpunkt mißt und die höchsten der im Speicher gespeicherten Abgastemperaturen auswählt,
- eine Umrechnungseinrichtung für die Abgastemperatur, die die höchste Abgastemperatur auf die Abgastemperatur bei der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnennleistungspunkt korrigiert und die zweite korrigierte Abgastemperatur ermittelt und speichert, und
- eine Warnsignaleinrichtung zur Abgabe eines Warnsignals in dem Falle, wenn die zweite korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt über dem Grenzwert liegt.

5. System zur Feststellung, von Normalwertabweichungen des Motors nach Anspruch 4, zu dem des weiteren gehören:

- ein Umgebungsluftdruckgeber zur Messung des Umgebungsluftdrucks,
- ein Umgebungslufttemperaturegeber zur Messung der Umgebungslufttemperatur,
- eine Speichereinheit zur Speicherung der Drehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennleistungspunkt bei einem Umgebungsluftdruck von 760 mm Hg und einer Umgebungslufttemperatur von 25°C,
- eine Umrechnungseinheit, die die Umrechnung der zweiten korrigierten Abgastemperatur in eine vierte korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt bei dem Umgebungsluftdruck von 760 mm Hg und der Umgebungslufttemperatur 25°C vornimmt, und
- eine Warnsignaleinrichtung zur Abgabe eines Warnsignals, wenn die vierte korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt größer ist als der Grenzwert.

6. System zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors nach Anspruch 5, zu dem des weiteren gehören:

chungen des Motors, das den Kurbelgehäusegasdruck des Motors zur Feststellung von Abweichungen eines Kolbens, eines Kolbenrings oder eines anderen Motor- teils von den Normalwerten mißt, zu dem gehören:  
 eine Einrichtung für die Auswahl von Werten des Kur- 5  
 belgehäusegasdrucks, die den Kurbelgehäusegasdruck des Motors mißt und die höchsten Werte dieser gemessenen Kurbelgehäusegasdrücke innerhalb eines ersten festgelegten Zeitraums auswählt, und eine Warnsignal- 10  
 einrichtung zur Abgabe eines Warnsignals, wenn der höchste Kurbelgehäusegasdruck über dem Grenzwert liegt.

7. System zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors nach den Ansprüchen 4 oder 6, bei dem entweder die Einrichtung zur Auswahl der Abga- 15  
 stemperaturen oder die Einrichtung zur Auswahl der Kurbelgehäusegasdrücke die höheren der in regelmäßigen Zeitabständen gemessenen Werte speichert.

8. System zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors nach Anspruch 6, zu dem des wei- 20  
 teren gehören:

ein Kurbelgehäusegasdruckgeber zur Messung des Kurbelgehäusegasdrucks im Motor,  
 ein Motordrehzahlgeber zur Messung der Drehzahl des Motors, 25  
 ein Kraftstoffeinspritzmengengeber zur Messung der Kraftstoffeinspritzmenge,  
 eine Speichereinrichtung zur Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Nennlei- 30  
 stungspunkt,  
 eine Umrechnungseinrichtung für den Kurbelgehäusegasdruck, die den höchsten Kurbelgehäusegasdruck auf den Kurbelgehäusegasdruck bei der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge im Äquivalentnenn- 35  
 leistungspunkt korrigiert und die zweite korrigierte Abgastemperatur bestimmt und speichert, und  
 eine Warnsignaleinrichtung zur Abgabe eines Warnsignals, wenn der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck im Äquivalentnennleistungspunkt größer als der Grenzwert ist. 40

9. Verfahren zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors, bei dem die Abgastemperatur des Motors zur Feststellung von Normalwertabweichungen der Kraftstoffanlage, der Luftansauganlage und der Abgasanlage des Motors bzw. anderer Motoranlagen 45  
 gemessen wird, wobei zu den Schritten des Verfahrens gehören:

die Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge, die Messung der Motorabgastempe- 50  
 ratur zu dem entsprechenden Zeitpunkt und die Auswahl der höchsten Abgastemperatur unter den innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums gemessenen Werten,  
 die Korrektur dieser höchsten Abgastemperatur, so daß dieser Wert die Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt ergibt, sowie die Ermittlung der zweiten korrigierten Abgastemperatur und  
 die Abgabe eines Warnsignals in dem Falle, wenn diese zweite korrigierte Abgastemperatur im Äquivalentnennleistungspunkt über dem Grenzwert liegt. 60

10. Verfahren zur Feststellung von Normalwertabweichungen des Motors, bei dem der Kurbelgehäusegasdruck des Motors zur Feststellung von Normalwertabweichungen der Kolben, der Kolbenringe oder anderer Motorteile gemessen wird, wobei zu den Schritten ge- 65  
 hören:

die Speicherung der Motordrehzahl und der Kraftstoffeinspritzmenge, die Messung des Kurbelgehäusegas-

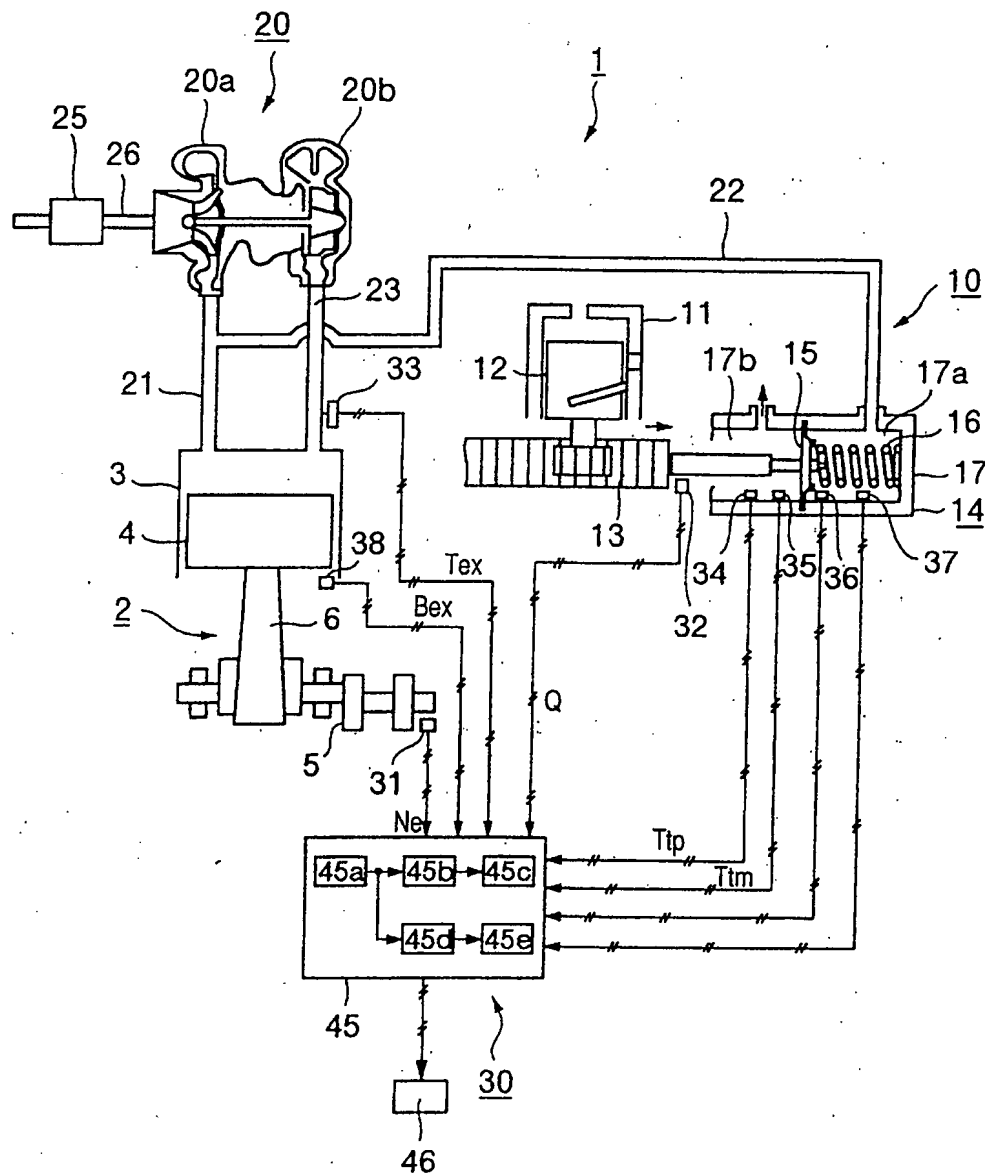
drucks des Motors und die Auswahl des höchsten Kurbelgehäusegasdrucks unter den innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums gemessenen Werten und die Abgabe eines Warnsignals, wenn dieser höchste Kurbelgehäusegasdruck über dem Grenzwert liegt.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1



902 020/738

FIG.2

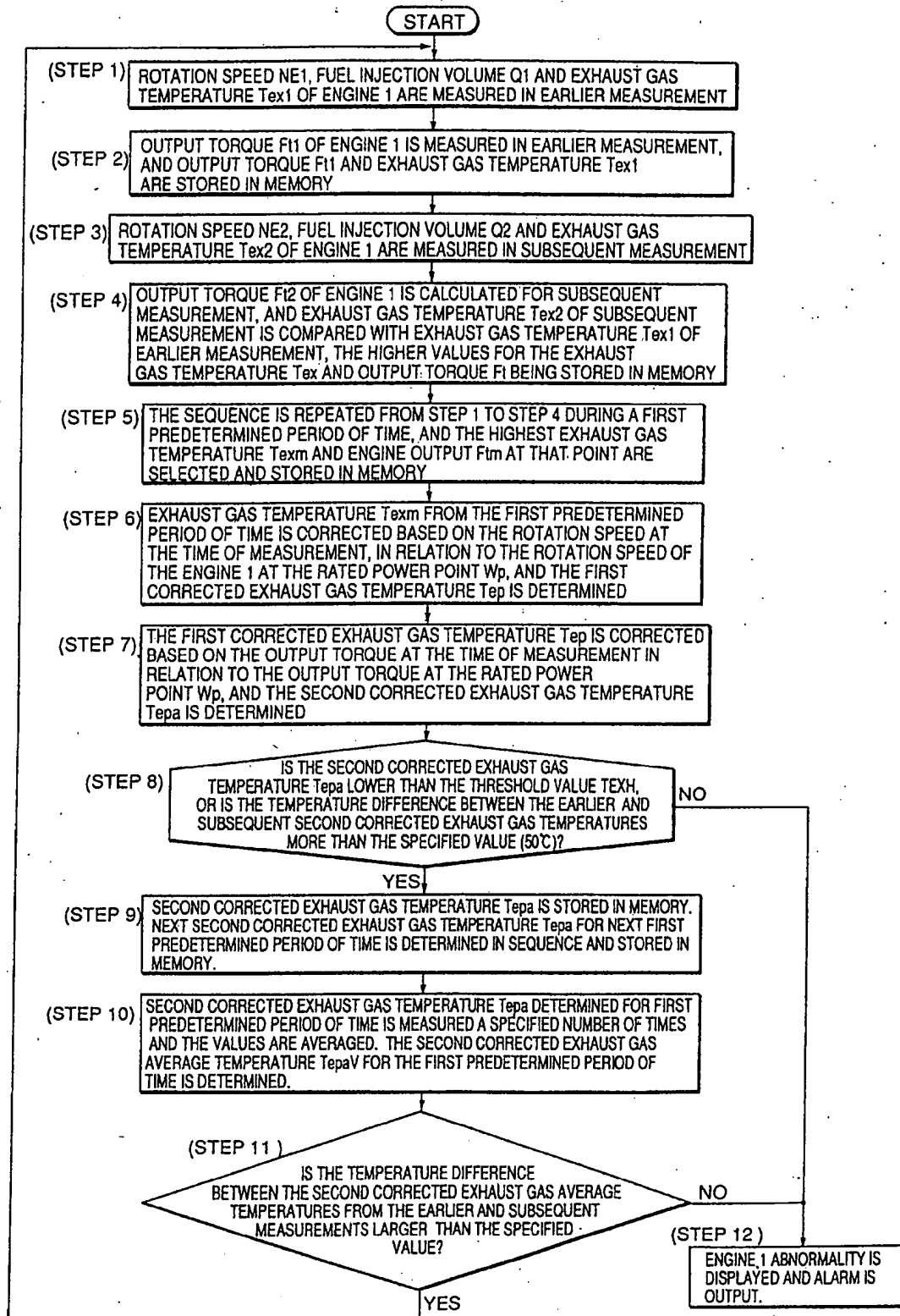


Fig. 2

Start

- (Schritt 1) Messen der Drehzahl  $N_{e1}$ , der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_1$  und der Abgastemperatur  $Tex_1$  des Motors 1 bei einer vorhergehenden Messung
- (Schritt 2) Bestimmen des Drehmoments  $Ft_1$  des Motors 1 bei einer vorhergehenden Messung und Speichern des Drehmoments  $Ft_1$  und der Abgastemperatur  $Tex_1$
- (Schritt 3) Messen der Drehzahl  $N_{e2}$ , Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_2$  und Abgastemperatur  $Tex_2$  des Motors 1 bei einer nachfolgenden Messung
- (Schritt 4) Berechnen des Drehmoments  $Ft_2$  des Motors 1 für eine nachfolgende Messung, Vergleich der bei der nachfolgenden Messung gewonnenen Abgastemperatur  $Tex_2$  mit der bei der vorhergehenden Messung gewonnenen Abgastemperatur  $Tex_1$  und Speichern der höheren Werte der Abgastemperatur  $Tex$  und des Drehmoments  $Ft$
- (Schritt 5) Wiederholen der Schrittfolge von Schritt 1 zu Schritt 4 während eines ersten festgelegten Zeitraums und Auswahl und Speichern der höchsten Abgastemperatur  $Tex_m$  und des Motordrehmoments  $Ft_m$  in diesem Zeitraum
- (Schritt 6) Korrektur der innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums ermittelten Abgastemperatur  $Tex_m$  unter Berücksichtigung der Drehzahl zum Zeitpunkt der Messung im Verhältnis zur Drehzahl des Motors 1 im Nennleistungspunkt  $W_p$  und Bestimmen der ersten korrigierten Abgastemperatur  $Tep$
- (Schritt 7) Korrektur der ersten korrigierten Abgastemperatur  $Tep$  unter Berücksichtigung des Drehmoments zum Zeitpunkt der Messung im Verhältnis zum Drehmoment im Nennleistungspunkt  $W_p$  und Bestimmen der zweiten korrigierten Abgastemperatur  $Tep_a$
- (Schritt 8) Ist die zweite korrigierte Abgastemperatur  $Tep_a$  niedriger als der Grenzwert  $TEX_H$  oder beträgt die Differenz zwischen der bei der vorhergehenden Messung ermittelten zweiten korrigierten Abgastemperatur und der bei der darauffolgenden Messung ermittelten zweiten korrigierten Abgastemperatur mehr als 50 °C?
- (Schritt 9) Speichern der zweiten korrigierten Abgastemperatur  $Tep_a$ . Daraufhin schrittweises Bestimmen und Speichern der nächsten zweiten korrigierten Abgastemperatur  $Tep_a$  für den nächsten ersten festgelegten Zeitraum
- (Schritt 10) Bei festgelegter Häufigkeit wiederholtes Bestimmen der für den ersten festgelegten Zeitraum gewonnenen zweiten korrigierten Abgastemperatur  $Tep_a$  und Ermitteln des Durchschnittswerts aus diesen, Bestimmen der zweiten korrigierten durchschnittlichen Abgastemperatur  $Tep_{av}$  für den ersten festgelegten Zeitraum
- (Schritt 11) Ist die Differenz zwischen der bei der vorhergehenden Messung ermittelten zweiten korrigierten durchschnittlichen Abgastemperatur und der bei der nachfolgenden Messung bestimmten zweiten korrigierten durchschnittlichen Abgastemperatur größer als der festgelegte Wert?
- (Schritt 12) Eine Abweichung von den Normalwerten des Motors 1 wird angezeigt und ein Warnsignal abgegeben

FIG.3

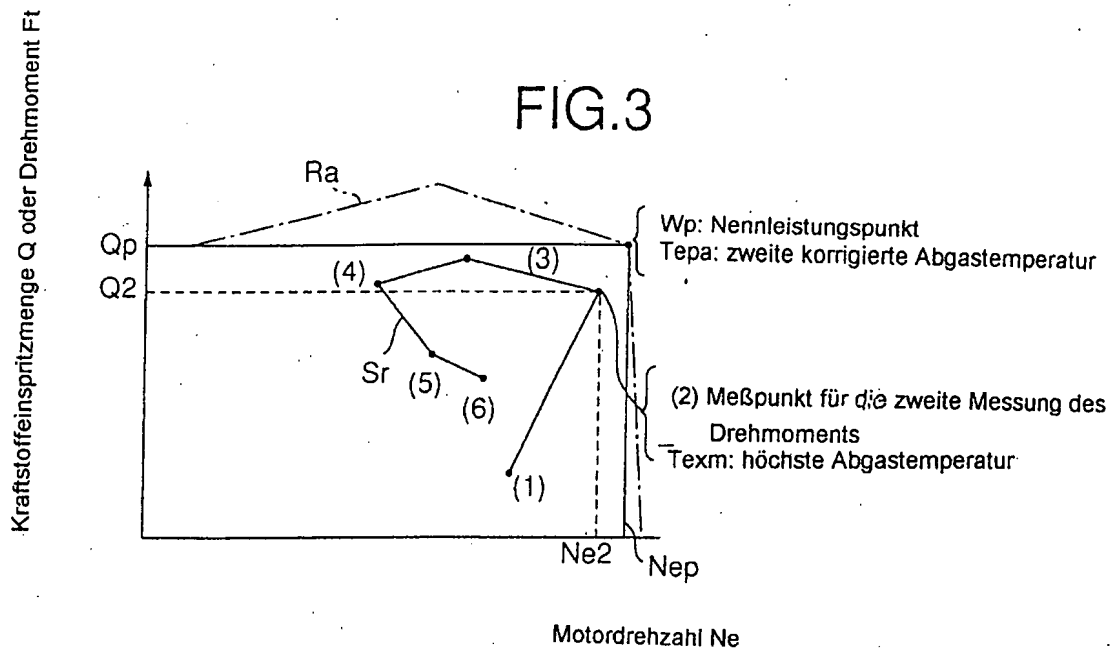


FIG.4

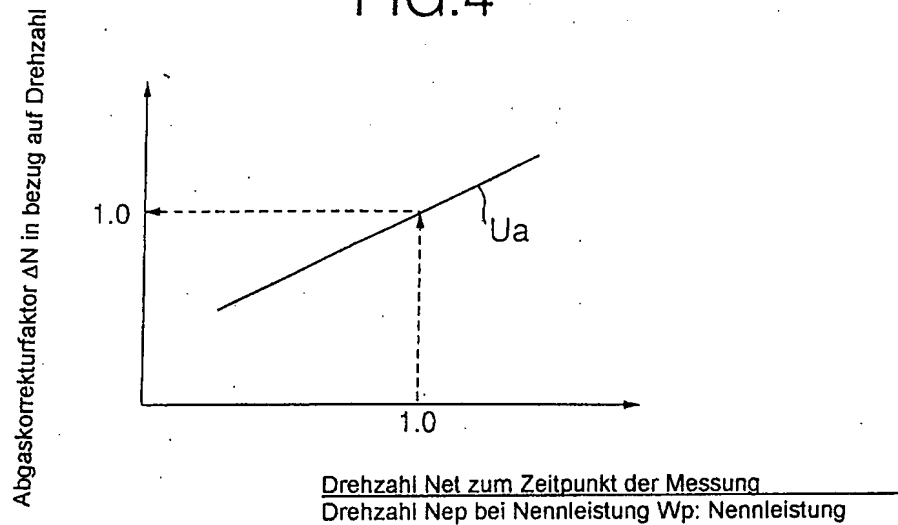
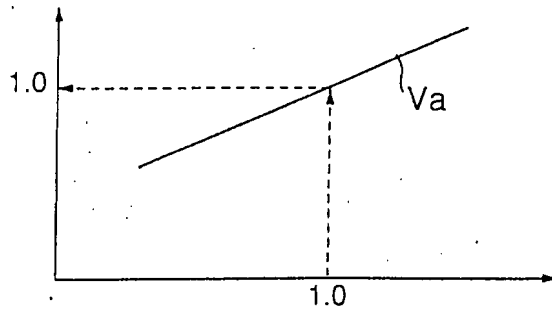




FIG.5

Abgaskorrekturfaktor  $\Delta F$  in bezug auf das Drehmoment



$\frac{\text{Drehmoment } F_t \text{ zum Zeitpunkt der Messung}}{\text{Drehmoment } F_{tp} \text{ bei Nennleistung}}$

FIG.6

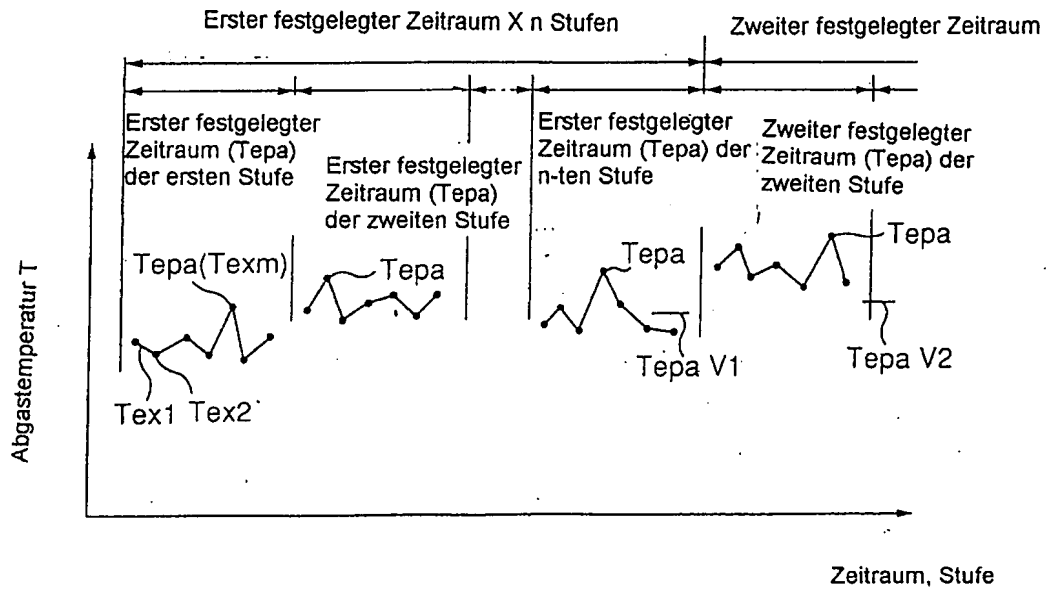
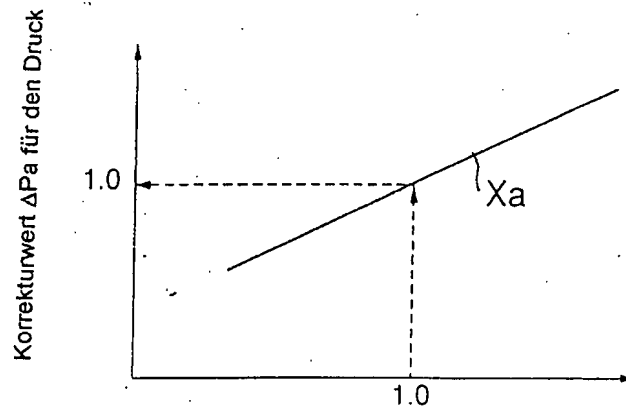
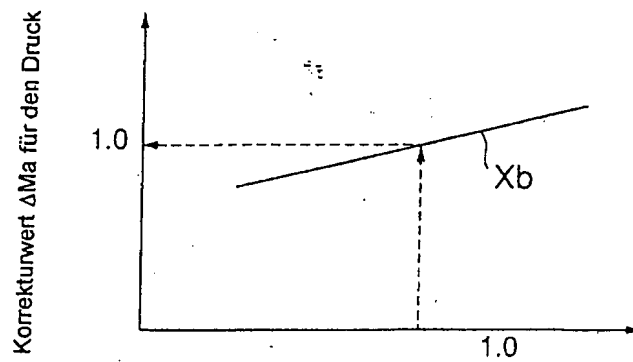


FIG.7



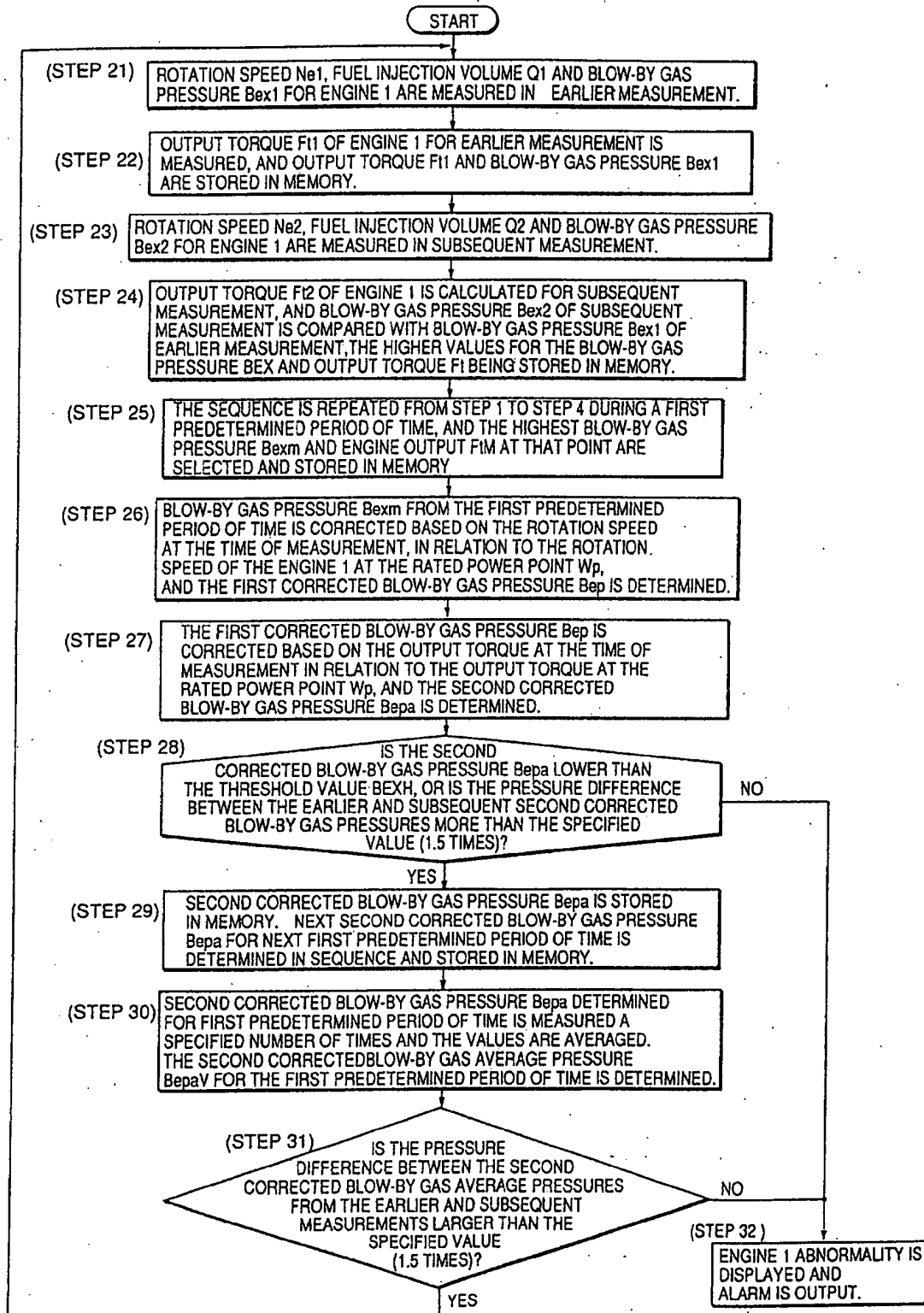
Umgebungsluftdruck  $T_{tp}$  zum Zeitpunkt der Messung  
Umgebungsluftdruck 760 mm Hg

FIG.8



Umgebungslufttemperatur  $T_{tm}$  zum Zeitpunkt der Messung  
Umgebungslufttemperatur 25 °C

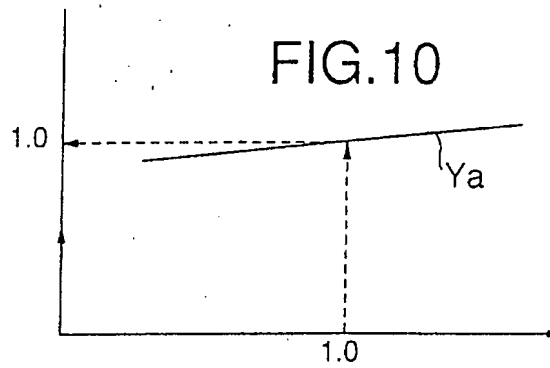
FIG.9



**Fig. 9****Start**

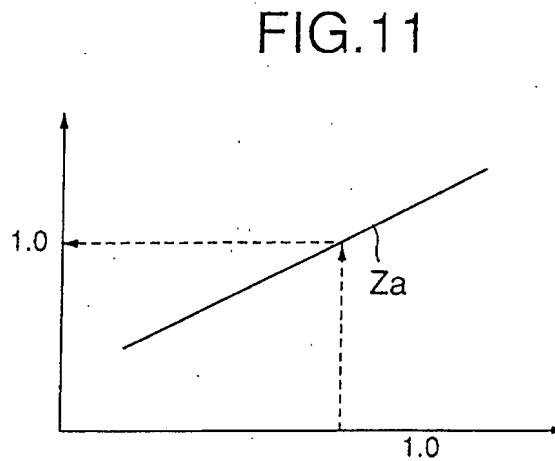
- (Schritt 21) Messen der Drehzahl  $N_{e1}$ , der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_1$  und des Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{ex1}$  des Motors 1 bei einer vorhergehenden Messung
- (Schritt 22) Bestimmen des Drehmoments  $F_{t1}$  des Motors 1 bei einer vorhergehenden Messung, Speichern des Drehmoments  $F_{t1}$  und des Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{ex1}$
- (Schritt 23) Messen der Drehzahl  $N_{e2}$ , der Kraftstoffeinspritzmenge  $Q_2$  und des Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{ex2}$  des Motors 1 bei einer nachfolgenden Messung
- (Schritt 24) Berechnen des Drehmoments  $F_{t2}$  des Motors 1 für nachfolgende Messungen, Vergleich des bei der nachfolgenden Messung gewonnenen Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{ex2}$  mit dem bei der vorhergehenden Messung gewonnenen Kurbelgehäusegasdruck  $B_{ex1}$ , Speichern der höheren Werte des Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{ex}$  und des Drehmoments  $F_t$
- (Schritt 25) Wiederholen der Schrittfolge von Schritt 1 zu Schritt 4 während eines ersten festgelegten Zeitraums und Auswahl und Speichern des höchsten Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{exm}$  und des Motordrehmoments  $F_{tm}$  in diesem Zeitraum
- (Schritt 26) Korrektur des innerhalb des ersten festgelegten Zeitraums ermittelten höchsten Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{exm}$  unter Berücksichtigung der Drehzahl zum Zeitpunkt der Messung im Verhältnis zur Drehzahl des Motors 1 im Nennleistungspunkt  $W_p$ , Bestimmen des ersten korrigierten Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{ep}$
- (Schritt 27) Korrektur des ersten korrigierten Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{ep}$  unter Berücksichtigung des Drehmoments zum Zeitpunkt der Messung im Verhältnis zum Drehmoment im Nennleistungspunkt  $W_p$ , Bestimmen des zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{epa}$
- (Schritt 28) Ist der zweite korrigierte Kurbelgehäusegasdruck  $B_{epa}$  niedriger als der Grenzwert  $B_{EXH}$  oder ist die Differenz zwischen dem bei der vorhergehenden Messung ermittelten zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdruck und dem bei der darauffolgenden Messung ermittelten zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdruck größer als der vorgegebene Wert (mehr als das 1,5fache)?
- (Schritt 29) Speichern des zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{epa}$ . Daraufhin schrittweises Bestimmen und Speichern des nächsten zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdrucks  $T_{epa}$  für den nächsten ersten festgelegten Zeitraum
- (Schritt 30) Bei festgelegter Häufigkeit wiederholtes Bestimmen des für den ersten festgelegten Zeitraum gewonnenen zweiten korrigierten Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{epa}$  und Ermitteln des Durchschnittswerts aus diesen, Bestimmen des zweiten korrigierten durchschnittlichen Kurbelgehäusegasdrucks  $B_{epav}$  für den ersten festgelegten Zeitraum
- (Schritt 31) Ist die Differenz zwischen dem bei der vorhergehenden Messung ermittelten zweiten korrigierten durchschnittlichen Kurbelgehäusegasdruck und dem bei der nachfolgenden Messung bestimmten zweiten korrigierten durchschnittlichen Kurbelgehäusegasdruck größer als der festgelegte Wert (mehr als das 1,5fache)?
- (Schritt 32) Eine Abweichung von den Normalwerten des Motors 1 wird angezeigt und ein Warnsignal abgegeben

Korrekturwert  $\Delta B$  für den Kurbelgehäusegasdruck im Verhältnis zur Drehzahl



Drehzahl Net zum Zeitpunkt der Messung  
Drehzahl Nep bei Nennleistung

Korrekturwert  $\Delta C$  für den Kurbelgehäusegasdruck  
im Verhältnis zum Drehmoment



Drehmoment Ft zum Zeitpunkt der Messung  
Drehmoment Ftp bei Nennleistung